

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年7月2日(02.07.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/136713 A1

(51) 国際特許分類:

H05B 33/10 (2006.01) H05B 33/14 (2006.01)
H01L 27/32 (2006.01) H05B 33/26 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)

R A D E M A R K (HARAKENZO WORLD
PATENT & TRADEMARK); 〒5300041 大阪府
大阪市北区天神橋2丁目北2番6号 大
和南森町ビル Osaka (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/047548

(22) 国際出願日: 2018年12月25日(25.12.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI
KAISHA) [JP/JP]; 〒5908522 大阪府堺市堺
区匠町1番地 Osaka (JP).

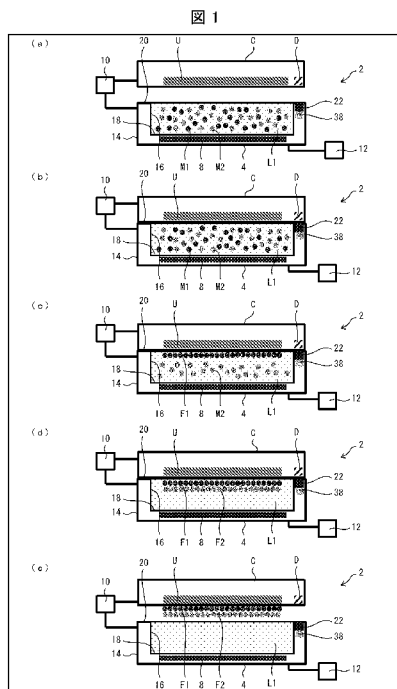
(72) 発明者: 佐久間 惇 (SAKUMA, Jun). 浅岡
康 (ASAOKA, Yasushi). 青森 繁 (AOMORI,
Shigeru).

(74) 代理人: 特許業務法人 H A R A K E N Z
O W O R L D P A T E N T & T

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING LIGHT-EMITTING DEVICE

(54) 発明の名称: 発光デバイスの製造方法



(57) Abstract: This method for manufacturing a light-emitting device per-
forms electrodeposition of functional particles (M1 • M2) on a substrate
electrode (U) formed on a substrate (C) and is provided with a first film
forming step and a second film forming step next to the first film form-
ing step. In the first film forming step, a first voltage is applied between
a first substrate electrode in the substrate electrode and a facing electrode
(8) to form a film of a first particle (M1) on the first substrate electrode.
In the second film forming step, a second voltage is applied between a sec-
ond substrate electrode in the substrate electrode and the facing electrode
to form a film of a second particle (M2) on the second substrate electrode.
The absolute value of the first voltage is smaller than the absolute value of
the second voltage.

(57) 要約: 基板 (C) に形成された基板電極 (U) に対する、機能
粒子 (M1 • M2) の電着を行う発光デバイスの製造方法であっ
て、第1成膜工程と、該第1成膜工程に次ぐ第2成膜工程とを備
える。前記第1成膜工程において、前記基板電極の内の第1基板電
極と、対向電極 (8) との間に、第1電圧を印加し、第1粒子 (M
1) を前記第1基板電極に成膜する。前記第2成膜工程において、
前記基板電極の内の第2基板電極と、前記対向電極との間に、第2
電圧を印加し、第2粒子 (M2) を前記第2基板電極に成膜する。
前記第1電圧の絶対値は、前記第2電圧の絶対値よりも小さい。

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：発光デバイスの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、発光デバイスの機能層を電着により形成する、発光デバイスの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、有機発光素子の製造において、有機発光層を電着法によって形成する方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開2002-313565」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に記載の技術においては、互いに異なる材料を含む、複数の層を形成する場合には、当該層を形成するごとに電着液の変更を行う必要がある。このために、タクトタイムの増加が問題となる。

課題を解決するための手段

[0005] 上記課題を解決するために、本発明の発光デバイスの製造方法は、基板に形成された基板電極に対する、機能粒子の電着を行う発光デバイスの製造方法であって、前記基板と、該基板に平行に配置された対向電極との間において、第1粒子と、当該第1粒子と異なる第2粒子とを、前記機能粒子として含む電着液を挾持する基板把持工程と、前記基板把持工程の後、前記基板電極の内の第1基板電極と、前記対向電極との間に、第1電圧を印加し、前記第1粒子を前記第1基板電極に成膜する第1成膜工程と、前記第1成膜工程に次いで、前記基板電極の内の第2基板電極と、前記対向電極との間に、第2電圧を印加し、前記第2粒子を前記第2基板電極に成膜する第2成膜工程とを備え、前記第1電圧の絶対値が、前記第2電圧の絶対値よりも小さい。

発明の効果

[0006] 上記構成により、発光デバイスの製造におけるタクトタイムを短縮できる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本発明の実施形態1に係る発光デバイスの製造方法を説明するための工程断面図である。

[図2]本発明の実施形態1に係る基板の概略図である。

[図3]本発明の実施形態1に係る発光デバイスの製造装置の概略図である。

[図4]本発明の実施形態1に係る発光デバイスの製造装置において、基板を電着槽に押し付けた状態における、当該製造装置の概略図である。

[図5]本発明の実施形態1に係る発光デバイスの製造方法を説明するためのフローチャートである。

[図6]本発明の実施形態1に係る電着液に含まれる機能粒子の概略図である。

[図7]本発明の実施形態1および変形例に係る発光デバイスの製造装置を用いた電着工程における、印加電圧と経過時間との関係を示すグラフである。

[図8]本発明の実施形態1に係る発光デバイスの製造方法における課題を説明するための、発光デバイスの製造装置および基板の断面図である。

[図9]本発明の実施形態2および実施形態3に係る基板の概略図である。

[図10]本発明の実施形態2に係る発光デバイスの製造装置において、基板を電着槽に押し付けた状態における、当該製造装置の概略図である。

[図11]本発明の実施形態2に係る発光デバイスの製造方法を説明するためのフローチャートである。

[図12]本発明の実施形態2に係る電着工程を説明するための工程断面図である。

[図13]本発明の実施形態2に係る表示デバイスの製造装置を用いた電着工程を、比較形態に係る表示デバイスの製造装置を用いた電着工程と比較して説明するための工程断面図である。

[図14]本発明の実施形態3に係る発光デバイスの製造方法を説明するための

フローチャートである。

[図15]本発明の実施形態3に係る電着工程を説明するための工程断面図である。

[図16]本発明の実施形態3に係る発光デバイスの一例を示す概略断面図である。

[図17]本発明の実施形態4に係る電着工程を説明するための工程断面図である。

[図18]本発明の実施形態4に係る発光デバイスの一例を示す概略断面図である。

発明を実施するための形態

[0008] 〔実施形態1〕

本実施形態においては、図2に示す基板Cに対して電着を実施するための製造装置および製造方法について説明を行う。図2は、本実施形態に係る基板Cの概略斜視図である。図2に示すように、基板Cは、基板電極として、単一の平面電極Uと、電着槽接続用電極Dとを備える。

[0009] 平面電極Uは、基板Cの何れか一方の面上において露出するように、基板Cに形成されている。例えば、平面電極Uは、基板C上において、矩形状に形成されている。

[0010] 電着槽接続用電極Dは、基板Cの平面電極Uが形成された面上において、基板Cの互いに直交する何れか2辺に沿って形成される。平面電極Uと電着槽接続用電極Dとは電氣的に導通しているため、電着槽接続用電極Dに電圧を印加することにより、平面電極Uに電圧を印加することができる。なお、電着槽接続用電極Dは、基板Cの平面電極Uが形成された面上に形成されている限り、基板Cの直交する2辺に沿って形成される構成のみならず、基板Cの何れか1辺に沿ってのみ設けられる等、形状は特に限られない。

[0011] 平面電極Uおよび電着槽接続用電極Dは、基板Cの平面電極Uおよび電着槽接続用電極Dが形成された面と面一であり、当該面において露出している。

[0012] 図3は、本実施形態に係る発光デバイスの製造装置2の概略図である。図3の(a)は、発光デバイスの製造装置2の斜視図である。図3の(b)は、発光デバイスの製造装置2の上面図である。図3の(c)は、図3の(b)における、A-A線矢視断面図である。なお、図3の(a)においては、基板Cが発光デバイスの製造装置2に設置された様子を図示する。しかしながら、図示の簡単のために、図3の(b)および図3の(c)においては、基板Cの図示を省略している。

[0013] また、本明細書において、各図の発光デバイスの製造装置2の上面図は、特に断りの無い限り、図3の(b)に対応する位置における上面図を示すものとする。さらに、本明細書において、各図の発光デバイスの製造装置2の断面図は、特に断りの無い限り、図3の(c)に対応する位置における断面図を示すものとする。

[0014] 図3に示すように、本実施形態に係る発光デバイスの製造装置2は、電着槽4と、底面電極8と、加圧部10と、電着電源12とを備える。

[0015] 電着槽4は、電着槽4の外形を規定する外側面14と、電着槽4の内部4Aを規定する内側面16および底面18を含む。外側面14と内側面16との間には、縁部20が規定される。縁部20の上面には、複数の基板接続用電極22が形成されている。すなわち、電着槽4の外周には、複数の基板接続用電極22が形成されている。

[0016] 底面電極8は、電着槽4の底面18に形成されている。底面電極8は、底面18と面一であり、かつ、底面18から露出している。さらに、発光デバイスの製造装置2に基板Cが設置された際に、底面電極8は、基板Cに形成された平面電極Uと向かい合う対向電極となる。

[0017] 加圧部10は、基板Cと電着槽4との少なくとも一方を移動させて、基板Cと電着槽4との相対距離を制御する機構を有する。本実施形態においては、基板Cを加圧部10に配置することにより、発光デバイスの製造装置2への基板Cの設置が実施されとする。基板Cを加圧部10に配置する際、基板Cの平面電極Uが、電着槽4の底面電極8と、平行に向かい合うように、

基板Cを配置する。

[0018] 加圧部10としては、例えば、基板Cを把持する真空チャックであってもよい。この場合、加圧部10は、基板Cを電着槽4に対して移動させることにより、基板Cと電着槽4との相対距離を制御してもよい。

[0019] 加圧部10は、基板Cと電着槽4と接近させて、互いに接触させる位置まで、基板Cと電着槽4とを互いに近接させることができる。基板Cと電着槽4とが互いに押し付けられた状態における、図3の(a)および図3の(c)に対応する概略図を、図4の(a)および図4の(b)にそれぞれ示す。なお、図4の(b)については、基板Cの断面についても図示をしている。

[0020] 基板Cと電着槽4とが互いに押し付けられた際、図4の(b)に示すように、底面電極8は、内部4Aを介して、基板Cの平面電極Uと対向する。すなわち、基板Cと電着槽4とが互いに押し付けられた状態においては、基板Cと、基板Cと平行である底面電極8との間において、内部4Aを挟持する。

[0021] また、基板Cと電着槽4とが互いに押し付けられた際、図4の(b)に示すように、電着槽4の基板接続用電極22と、基板Cの電着槽接続用電極Dとが接触し、互いに電氣的に導通する。なお、図3の(c)および図4の(b)に示すように、電着槽4は、基板接続用電極22と、電着槽接続用電極Dとの電氣的導通を補助するために、基板接続用電極22を押し上げるバネ38を、各基板接続用電極22の下部に備えていてもよい。

[0022] ここで、図3の(c)に示すように、側面16と底面18とにより規定された、内部4Aは、縁部20の上面から底面電極8の上面までの距離d1を有する。この距離d1は、内部4Aの深さに相当し、図4の(b)に示すように、基板Cと電着槽4とが互いに押し付けられた際の、底面電極8と平面電極Uとの間の距離と、実質的に一致する。

[0023] 電着電源12は、底面電極8と基板接続用電極22とに対して、少なくとも2値の電圧を印加する電源である。さらに、電着電源12は、基板接続用電極22および電着槽接続電極Dを介して、基板Cの平面電極Uに対しても

電圧を印加してもよい。したがって、電着電源 12 は、平面電極 U と底面電極 8 との間に、少なくとも 2 値の電圧を印加してもよい。

[0024] ここで、基板 C と電着槽 4 とが互いに押し付けられた際、基板接続用電極 22 および電着槽接続電極 D を介した、平面電極 U に対する電圧印加が可能である限り、基板接続用電極 22 の形状についても、特に限定されない。例えば、電着槽接続電極 D が基板 C の 1 辺に沿って形成されている場合、基板接続用電極 22 は、基板 C と電着槽 4 とが互いに押し付けられた際、電着槽接続電極 D と重畳する、縁部 20 の上面の内の 1 辺に沿って形成されていてもよい。

[0025] 本実施形態に係る発光デバイスの製造装置 2 を用いて、基板 C の平面電極 U 上に電着による成膜を実行する一例について、図 5 および図 1 を参照して説明する。図 5 は、本実施形態に係る発光デバイスの製造装置 2 を用いた製造方法の一例を説明するためのフローチャートである。図 1 は、図 5 に示す製造方法における、発光デバイスの製造装置 2 および基板 C の工程断面図である。

[0026] 本実施形態に係る発光デバイスの製造方法においては、はじめに、図 1 の (a) に示すように、発光デバイスの製造装置 2 に基板 C を設置する（ステップ S2）。ステップ S2 は、例えば、基板 C の平面電極 U が底面電極 8 と向かい合うように、基板 C を加圧部 10 に設置することにより実行される。本実施形態においては、ステップ S2 において加圧部 10 に設置された基板 C を、電着槽 4 に近接させる前に、内部 4A に電着液 L1 が充填されている。

[0027] 本実施形態において、電着液 L1 は、複数の機能粒子を含む。電着液 L1 が含む機能粒子は、溶媒である電着液 L1 中に分散されている。電着液 L1 としては、例えば、水、アルキルアルコール、トルエン、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート（PGMEA）、またはアルカン等が挙げられる。

[0028] 電着液 L1 が含む機能粒子は、例えば、発光素子の機能層の材料であって

もよい。発光素子の機能層としては、例えば、発光素子の電極間に形成される、電子輸送層、発光層、または正孔輸送層が挙げられる。特に、機能粒子が、発光層の材料である場合は、当該機能粒子は、自発光粒子であってもよい。本実施形態における機能粒子は、無機ナノ粒子を含んでいてもよく、特に、半導体ナノ粒子、すなわち、量子ドットを含んでいてもよい。

[0029] 本実施形態における機能粒子が、発光層のナノ粒子材料である場合は、当該機能粒子が、CdSe、ZnSe、またはInP等からなる、単一コア構造を備えていてもよい。また、本実施形態における機能粒子は、CdSe/ZnS、InP/ZnS、CdSe/CdS、またはZnSe/ZnS等からなる、コア/シェル構造を備えていてもよい。また、本実施形態における機能粒子は、CdSe/ZnSe/ZnS等からなる、マルチシェル構造を備えていてもよい。

[0030] 本実施形態における機能粒子が、電子輸送層のナノ粒子材料である場合は、当該機能粒子が、ZnO、ZrO、MgZnO、AlZnO、TiO₂、Ta₂O₃、またはSrTiO₃等を含んでいてもよい。本実施形態における機能粒子が、正孔輸送層のナノ粒子材料である場合は、当該機能粒子が、NiO、CuI、Cu₂O、CoO、Cr₂O₃、またはMoO₃等を含んでいてもよい。

[0031] さらに、本実施形態において、電着液L1は、図1の(a)に示すように、機能粒子として、互いに異なる粒子である、第1粒子M1と第2粒子M2とを含む。特に、第1粒子M1と第2粒子M2とが、発光層の材料である場合は、第1粒子M1と第2粒子M2とは、互いに異なる光を発する自発光粒子であってもよい。

[0032] 本実施形態において、電着液L1が含む機能粒子は、当該機能粒子のそれぞれに配位結合する配位子を備えていてもよい。例えば、図6の(a)に示すように、第1粒子M1は、周囲に第1配位子R1が配位した構造を有していてもよく、第2粒子M2は、周囲に、第1配位子R1とは異なる第2配位子R2が配位した構造を有していてもよい。本実施形態における配位子とし

ては、例えば、メルカプトアルカン酸、アルカンチオール、アルキルアミン、アルカン、アルケン、トリオクチルホスフィン（TOP）、または酸化トリオクチルホスフィン（TOPO）等が挙げられる。

[0033] 次いで、加圧部10を制御して、基板Cを電着槽4に押し付ける（ステップS4）。ステップS4の実行により、図1の（b）に示すように、基板Cの平面電極Uが形成された面と、縁部20の上面とが当接する。これにより、内部4Aに充填された電着液L1を、基板Cと、基板Cと平行である底面電極8との間において挟持する、基板把持工程を実施する。

[0034] この際、基板Cから露出した平面電極Uの表面は、内部4Aの電着液L1に浸漬される。このため、電着液L1は、内部4Aが満たされ、内部4Aの電着液L1の液面が、表面張力により、縁部20の上面よりも若干高くなるように、内部4Aに充填される。これにより、基板Cの平面電極Uが形成された面が面一であったとしても、当該面が縁部20の上面と当接した際、平面電極Uの表面が電着液L1に浸漬される。

[0035] また、ステップS4において、確実に平面電極Uの表面を電着液L1に浸漬するために、ステップS4において縁部20と当接する部分のみ、基板Cを薄く形成してもよい。当該構成であれば、基板Cと縁部20と当接した際、平面電極Uの表面が縁部20の上面よりも内部4Aに入り込むため、より確実に平面電極Uの表面が電着液L1に浸漬される。

[0036] なお、ステップS4により、基板Cが縁部20の上面に押し付けられるため、図1の（b）に示すように、基板Cに形成された電着槽接続用電極Dと、縁部20の上面から露出する基板接続用電極22とが当接し、電氣的に導通する。

[0037] ステップS4に次いで、電着工程を実施する。

[0038] 本実施形態において、第1粒子M1と第2粒子M2とは、特定の官能基を備えることにより、極性を有している。このため、電着工程においては、底面電極8と平面電極Uとの間に生じる電界によって、第1粒子M1と第2粒子M2とが、クーロン相互作用により、電着液L1中を泳動する。さらに、

第1粒子M1と第2粒子M2とは、同じ極性を有している。本実施形態においては、電着工程において、第1粒子M1と第2粒子M2とが、平面電極Uに向かって泳動するように、各電極に印加される電圧が制御される。

[0039] また、第1粒子M1と第2粒子M2とのそれぞれは、平面電極Uに吸着され、平面電極Uに成膜されるために必要な、底面電極8と平面電極Uとの間の閾値電圧がそれぞれ異なっている。各機能粒子に対する閾値電圧は、当該機能粒子の粒径、配位する配位子の種類、または、当該機能粒子1つに配位する配位の個数によって異なる。

[0040] 本実施形態においては、第1粒子M1に対する閾値電圧である、第1閾値電圧V1の絶対値が、第2粒子M2に対する閾値電圧である、第2閾値電圧V2の絶対値よりも低い。すなわち、第1粒子M1は、第2粒子M2と比較して、より小さな底面電極8と平面電極Uとの間の電界下において、平面電極Uに吸着され、成膜される。

[0041] 本実施形態は、電着工程において、はじめに、絶対値が、第1閾値電圧V1の絶対値以上であり、かつ、第2閾値電圧V2の絶対値未満である、第1電圧を、底面電極8と平面電極Uとの間に印加する、第1成膜工程を実施する（ステップS6）。ステップS6においては、図1の（c）に示すように、電着液L1に含まれる機能粒子のうち、第1粒子M1のみが平面電極Uに泳動し、平面電極U上に吸着される。

[0042] ステップS6における電圧印加を十分におこなうことにより、平面電極U上に、図1の（c）に示す、第1粒子M1を含む第1層F1が成膜される。なお、ステップS6は、電着槽4中の第1粒子M1のほぼ全てが、第1層F1の成膜のために、平面電極U上に吸着されるまで実施される。

[0043] ステップS6に次いで、絶対値が、第2閾値電圧V2の絶対値以上である、第2電圧を、底面電極8と平面電極Uとの間に印加する、第2成膜工程を実施する（ステップS8）。ステップS8においては、第2粒子M2についても平面電極Uに泳動し、平面電極U上に吸着される。ステップS8における電圧印加を十分におこなうことにより、第1層F1上に、図1の（d）に

示す、第2粒子M2を含む第2層F2が成膜される。

[0044] ステップS6において、電着槽4中の第1粒子M1はほぼ全て消費されているため、ステップS8において、第2層F2中に第1粒子M1が混在することを低減できる。なお、第2層F2中の第1粒子M1の密度が、最終的な発光デバイスとしての不良の基準を下回る限りは、第2層F2に微量の第1粒子M1が含まれていてもよい。したがって、本実施形態においては、ステップS8において、微量の第1粒子M1が電着槽4中に含まれていてもよい。

[0045] なお、本実施形態においては、電着液L1に含まれる機能材料が有する極性が、負極性である場合を例示している。すなわち、底面電極8には負の極性の電圧を印加し、平面電極Uには正の極性の電圧を印加している。なお、電着液L1に含まれる機能材料が有する極性が逆転した場合、各電極に印加する電圧の極性についても逆転させればよい。

[0046] 次に、底面電極8と平面電極Uとの間の電圧印加を解除し（ステップS10）、電着工程を完了する。次に、図1の（e）に示すように、電着槽4から基板Cを引き上げる（ステップS12）。ステップS12は、加圧部10を制御して、基板Cを電着槽4から引き離すことにより実行される。次に、加圧部10から基板Cを取り外す（ステップS14）ことにより、下層から、第1層F1および第2層F2を、平面電極U上に積層して備えた基板Cを得る。その後、第2層F2の上層に、対向基板等を形成することにより、発光デバイスを製造してもよい。

[0047] 本実施形態においては、互いに異なる機能粒子の電着を、電着液の交換または電着槽の交換なく実施することが可能である。このため、互いに異なる機能材料をそれぞれ含む複数の層を形成する場合であっても、タクトタイムを低減することができる。

[0048] また、本実施形態においては、底面電極8との間に第1電圧を印加する電極である第1基板電極と、底面電極8との間に第2電圧を印加する電極である第2基板電極とが、同一の平面電極Uである場合を説明した。本実施形態

によれば、互いに異なる機能材料をそれぞれ含む複数の層を、同一の平面電極上に積層して形成することができる。

[0049] なお、電着液L1の第1粒子M1と第2粒子M2との混合は、ステップS6、すなわち、第1成膜工程の直前において実行されることが好ましい。第1粒子M1と第2粒子M2とが混合されてから長時間が経過した場合、第1粒子M1と第2粒子M2との間において、配位子の吸脱着が発生する場合がある。これは、第1粒子M1と第2粒子M2との間において、平衡論的に配位子の移動が発生するためである。このため、第1粒子M1と第2粒子M2とが混合されてから長時間が経過した場合、図6の(b)に示すように、第1粒子M1においても、第2粒子M2においても、第1配位子R1と第2配位子R2との両方が配位した状態に変化する場合がある。

[0050] 電着液L1の第1粒子M1と第2粒子M2との混合が第1成膜工程の直前において実行されることにより、上述した配位子の平衡化が生じにくくなる。このため、電着液L1における、第1粒子M1と第2粒子M2とのリガンド組成がより明確に異なるため、第1粒子M1と第2粒子M2との特性をより明確に異ならせることができる。したがって、第1閾値電圧V1と第2閾値電圧V2とのそれぞれの絶対値についても、より明確に異ならせることができ、結果として、各機能粒子の成膜の歩留まりが向上する。具体的には、第1粒子M1と第2粒子M2との混合は、例えば、電着槽4への電着液L1の充填に併せて実行されてもよい。

[0051] なお、本明細書における「電着」とは、溶液中において二電極間に電位差を生じさせることにより、当該溶液中の材料からなる薄膜を成膜する電気化学的成膜方法を含んでいる。本明細書における「電着」は、例えば、電着法、電着塗装法、電気泳動堆積法、誘電泳動堆積法、ミセル電解法、電気めっき法、電鍍、などの手法を含んでいてもよい。これらの何れかの手法を、上述の電着工程として選択した場合であっても、上述した効果を奏する発光デバイスを製造できる。

[0052] [変形例]

本実施形態における変形例について、図7を参照して詳細に説明する。図7の(a)から図7の(c)は、ステップS6における、底面電極8と平面電極Uとの間に印加される電圧を縦軸、当該電圧の印加開始からの経過時間を横軸にとって図示したグラフである。

[0053] ステップS6における電圧の印加は、例えば、図7の(a)のグラフに示すように、底面電極8と平面電極Uとの間に、常時第1閾値電圧以上、かつ第2閾値電圧V2未満の第1電圧を印加し続けることにより実現してもよい。

[0054] しかしながら、本実施形態の変形例においては、これに限られず、ステップS6における電圧の印加は、図7の(b)に示すように、底面電極8と平面電極Uとの間に、第1電圧と、逆電圧VR(第8電圧)とを交互に印加することにより実現してもよい。すなわち、ステップS6は、底面電極8と平面電極Uとの間に、第1電圧を印加する順電圧印加工程と、逆電圧VRを印加する逆電圧印加工程とを、交互に実行することにより実現してもよい。

[0055] 逆電圧VRは、第1閾値電圧V1とは極性が逆の電圧である。逆電圧VRの絶対値は、図7の(b)に示すように、第1閾値電圧V1よりも小さい。なお、ステップS6においては、図7の(b)にも示すように、第1電圧を印加する順電圧印加工程の期間よりも、逆電圧VRを印加する逆電圧印加工程の期間の方が短くてもよい。

[0056] ステップS6において、図7の(a)のグラフに示すように、底面電極8と平面電極Uとの間に、常時第1電圧を印加し続けた場合、第1粒子M1は常時平面電極側に泳動し続けることとなる。さらに、第2粒子M2は、平面電極Uに吸着はされないものの、平面電極Uの方向に泳動はするため、電着槽4中の平面電極U側においては、第2粒子M2の密度も上昇している。

[0057] このため、第1粒子M1に巻き込まれた第2粒子M2が、第1粒子M1に抑えつけられるように平面電極Uに吸着される場合がある。したがって、上述した場合には、図8に示す、ステップS6完了時点における発光デバイスの製造装置2の工程断面図に示すように、第1層F1中に、第2粒子M2が

微量に析出する場合がある。

[0058] ステップS 6において、図7の(b)のグラフに示すように、順電圧印加工程と逆電圧印加工程とを、交互に実行することにより、逆電圧印加工程においては、第1粒子M 1と第2粒子M 2とが、底面電極8に向かって泳動する。このため、第1粒子M 1と第2粒子M 2とが、底面電極8側への泳動と、平面電極U側への泳動とを繰り返す。順電圧印加工程においては第1電圧を印加しているため、第1粒子M 1は、底面電極8側への泳動と、平面電極U側への泳動とを繰り返す間に、次第に平面電極Uに接近し、最終的には平面電極Uに吸着する。

[0059] 第1粒子と第2粒子とが、底面電極8側への泳動と、平面電極U側への泳動とを繰り返すために、第2粒子M 2が、第1粒子M 1に抑えつけられるように平面電極Uに吸着される可能性が低減される。ゆえに、第1層F 1中に第2粒子M 2が含まれるような成膜不良の発生を低減できる。なお、逆電圧V Rの絶対値は、第1電圧V 1の絶対値よりも小さいため、第1粒子M 1が底面電極8に吸着されることを低減できる。

[0060] なお、順電圧印加工程と逆電圧印加工程とを、交互に実行する手法は、図7の(b)のグラフに示すように、第1電圧と逆電圧V Rとを交互に印加する手法に限らない。例えば、図7の(c)に示すように、底面電極8と平面電極Uとの間の電圧が、経過時間を横軸として、正弦波を描くように、電圧印加を実施してもよい。この場合、当該正弦波の最大値が第1電圧であってもよく、最小値が逆電圧V Rであってもよい。この場合においても、上述した効果が同様に得られる。なお、他の例として、底面電極8と平面電極Uとの間の電圧は、経過時間を横軸として、疑似正弦波または三角波を描いてもよい。

[0061] [実施形態2]

本実施形態以降においては、図9に示す基板Cに対して電着を実施するための製造装置および製造方法について説明を行う。図9は、本実施形態に係る基板Cの概略斜視図である。図9に示す基板Cは、図1に示す基板Cと比

較して、平面電極Uに代えて複数の画素電極Eを備え、電着槽接続用電極Dを複数備える点においてのみ構成が異なる。

[0062] 画素電極Eは、基板Cの何れか一方の面上において露出するように、基板Cにパターン形成されている。例えば、画素電極Eは、基板C上において、マトリクス状に形成されている。

[0063] 電着槽接続用電極Dは、基板Cの画素電極Eが形成された面上において、基板Cの互いに直交する何れか2辺に沿って複数形成される。個々の電着槽接続用電極Dに電圧を印加することにより、個々の画素電極Eに電圧を印加することができる。このため、基板Cには、各画素電極Eと接続する、図示しないトランジスタが複数形成されていてもよく、個々の電着槽接続用電極Dに電圧を印加することにより、各トランジスタを駆動し、個々の画素電極Eに電圧を印加してもよい。

[0064] 画素電極Eおよび電着槽接続用電極Dは、基板Cの画素電極Eおよび電着槽接続用電極Dが形成された面と面一であり、当該面において露出している。

[0065] 本実施形態においても、基板Cに対する電着を、発光デバイスの製造装置2を用いて実行する。本実施形態における発光デバイスの製造装置2は、前実施形態における発光デバイスの製造装置2と同一の構成を備えていてもよい。本実施形態における、基板Cと電着槽4とが互いに押し付けられた状態における、図3の(a)および図3の(c)に対応する概略図を、図10の(a)および図10の(b)にそれぞれ示す。

[0066] 本実施形態においては、基板Cと電着槽4とが互いに押し付けられた際、電着槽4の複数の基板接続用電極22と、基板Cの複数の電着槽接続用電極Dとのそれぞれが接触し、互いに電氣的に導通する。電着電源12は、基板接続用電極22および電着槽接続電極Dを介して、基板Cの画素電極Eのそれぞれに対し、個別に電圧を印加することができる。したがって、電着電源12は、個々の画素電極Eと底面電極8との間に、少なくとも2値の電圧を印加する。

[0067] 本実施形態に係る発光デバイスの製造装置2を用いて、基板Cの画素電極E上に電着による成膜を実行する一例について、図11および図12を参照して説明する。図11は、本実施形態に係る発光デバイスの製造装置2を用いた製造方法の一例を説明するためのフローチャートである。図12は、図11に示す製造方法における、発光デバイスの製造装置2および基板Cの工程断面図である。図12の各図においては、本実施形態の電着工程における、電着槽4近傍の拡大側面図を示す。

[0068] 本実施形態において、基板Cは、図12の各図に示すように、画素電極Eとして、第1画素電極E1と、第2画素電極E2と、第3画素電極E3とを、それぞれ複数備えている。本実施形態においては、第1画素電極E1と、第2画素電極E2と、第3画素電極E3とのそれぞれに、互いに異なる機能粒子からなる層を成膜する方法を説明する。

[0069] 本実施形態に係る発光デバイスの製造方法においては、はじめに、発光デバイスの製造装置2に基板Cを設置する（ステップS2）。ステップS2は、前実施形態と同様に実行される。ただし、本実施形態においては、ステップS2において加圧部10に設置された基板Cを、電着槽4に近接させる前に、内部4Aに電着液L1と異なる電着液L2が充填されている。

[0070] 電着液L2は、電着液L1の溶媒と同一の溶媒を含んでいてもよい。電着液L2は、機能粒子として、前実施形態において説明した、第1粒子M1および第2粒子M2に加えて、第3粒子M3を含む。第3粒子M3は、第1粒子M1および第2粒子M2と同様に、発光素子の機能層の材料であってもよく、半導体ナノ粒子、すなわち、量子ドットであってもよい。

[0071] 本実施形態においても、第3粒子M3は、第1粒子M1と第2粒子M2と同じ極性を有している。本実施形態においても、第1粒子M1と第2粒子M2とが、画素電極Eの何れかに吸着され、当該画素電極Eに成膜されるために必要な、底面電極8と画素電極Eとの間の閾値電圧として、それぞれ、第1閾値電圧V1と第2閾値電圧V2とを有する。また、第3粒子M3が、画素電極Eの何れかに吸着され、当該画素電極Eに成膜されるために必要な閾

値電圧である、第3閾値電圧 V_3 の絶対値は、第2閾値電圧 V_2 の絶対値よりも大きい。

[0072] 次いで、前実施形態と同様に、加圧部10を制御して、基板Cを電着槽4に押し付け、基板把持工程を実施する（ステップS4）。これにより、基板Cの画素電極Eは電着液L2に浸漬される。ステップS4に次いで、電着工程を実施する。

[0073] 本実施形態は、電着工程において、はじめに、絶対値が、第1閾値電圧 V_1 の絶対値以上であり、かつ、第2閾値電圧 V_2 の絶対値未満である、第1電圧を、底面電極8と第1画素電極E1との間に印加する、第1成膜工程を実施する（ステップS16）。ステップS16においては、図12の（a）に示すように、電着液L2に含まれる機能粒子のうち、第1粒子M1のみが第1画素電極E1に泳動し、第1画素電極E1上に吸着される。

[0074] ステップS16における電圧印加を十分におこなうことにより、第1画素電極E1上に、図12の（b）に示す、第1粒子M1を含む第1層F1が成膜される。なお、ステップS16は、電着槽4中の第1粒子M1のほぼ全てが、第1層F1の成膜のために、第1画素電極E1上に吸着されるまで実施される。

[0075] ここで、電着工程においては、成膜を行いたい全ての画素電極Eに対し、均一に電圧を印加することが困難である場合がある。特に、特定の画素電極Eにおいて電圧の降下が発生する場合がある。上記について、本実施形態と比較形態とを対比しつつ説明する。

[0076] 図13の（a）および図13の（b）は、本実施形態に係る発光デバイスの製造装置2を用いた電着工程について説明するための工程断面図である。図13の（c）および図13の（d）は、比較形態に係る発光デバイスの製造装置を用いた電着工程について説明するための工程断面図である。

[0077] なお、比較形態に係る発光デバイスの製造装置は、電着槽4の代わりに、距離 d_1 よりも大きい距離 d_2 を深さとして有する、電着槽4Cを備える点を除いて、本実施形態に係る発光デバイスの製造装置2と同一の構成を備え

る。

[0078] ここでは、本実施形態および比較形態において、第1画素電極E1のうち、第1画素電極E1Aに対し、第1画素電極E1Bに印加された電圧が、望ましい電圧よりも降下したとする。この場合、底面電極8と第1画素電極E1Aとの間に生じる電界よりも、底面電極8と第1画素電極E1Bとの間に生じる電界が弱くなる。第1画素電極E1Aと第1画素電極E1Bとのそれぞれに成膜される第1層F1を、それぞれ、第1層F1Aと第1層F1Bとする。この場合、第1層F1Aの成膜速度よりも、第1層F1Bの成膜速度が遅くなる。

[0079] しかしながら、ある特定の画素電極Eの近傍に存在する第1粒子M1が、第1層F1の成膜によって減少することにより、当該画素電極Eに対する第1粒子M1の成膜速度は急激に低下する。ここで、上記成膜工程において、第1層F1Aの成膜速度が比較的速いことにより、第1画素電極E1Aの近傍の第1粒子M1は比較的素早く消費される。また、本実施形態のように、比較的短い距離d1を深さとして有する電着槽4においては、電着槽4中の第1粒子M1の総量が比較的少ない。したがって、上記成膜工程においては、第1画素電極E1Aの近傍の第1粒子M1が急速に少なくなるため、しばらく第1層F1Aの成膜が続いた後、第1層F1Aの成膜速度は急速に低下する。

[0080] また、第1層F1Bの成膜速度は比較的遅いため、第1層F1Aの成膜速度が急速に低下した時点においても、まだ第1画素電極E1Bの近傍には第1粒子M1が残存している。このために、さらに時間が経過することにより、第1層F1Bの成膜は、第1層F1Aの成膜が実質的に停止した後も継続する。第1層F1Bの成膜は、第1画素電極E1Bの近傍の第1粒子M1が少なくなるまで続く。

[0081] 第1粒子M1が電着液L2において略均等に分散しているとすると、各画素電極近傍における第1粒子M1の総量は略同一である。すなわち、成膜に十分に時間をかけた場合、第1層F1Aと第1層F1Bとに含まれる第1粒

子M 1の量は、実質的に同一となる。したがって、図13の(b)に示すように、第1層F 1 Aと第1層F 1 Bとの膜厚をそれぞれ、膜厚 d_{F1} と膜厚 d_{F2} とおくと、膜厚 d_{F1} と膜厚 d_{F2} とは略同一の膜厚となる。

[0082] ゆえに、本実施形態に係る発光デバイスの製造装置2は、各画素電極Eに対する電圧印加を行った際、特定の画素電極Eにおいて電圧降下等が発生した場合においても、各画素電極Eに成膜された層の膜厚差を低減できる。

[0083] 一方、比較形態のように、比較的長い距離 d_2 を深さとして有する電着槽4 Cにおいては、電着槽4 C中の第1粒子M 1の総量が比較的多くなる。このために、しばらく第1層F 1 Aの成膜が続いた後であっても、第1画素電極E 1 Aの近傍の比較的多くの第1粒子M 1が残存している。このため、第1層F 1 Aの成膜速度は比較的長時間低下せず、継続して第1層F 1 Aの成膜が実施される。したがって、比較形態においては、電圧を印加している間、第1画素電極E 1 Bのみならず、第1画素電極E 1 Aにおいても成膜が継続することとなる。

[0084] ゆえに、第1層F 1 Bと比較して、成膜速度が速い第1層F 1 Aが急速に成膜されることにより、第1層F 1 Aの膜厚が第1層F 1 Bの膜厚と比較して厚くなる。すなわち、図13の(d)に示すように、第1層F 1 Aと第1層F 1 Bとの膜厚をそれぞれ、膜厚 d_{FA} と膜厚 d_{FB} とおくと、膜厚 d_{FA} は膜厚 d_{FB} よりも厚くなる。

[0085] このため、第1層F 1 Aの膜厚が目標とする第1層F 1の膜厚に到達した時点において電圧印加を解除した場合、第1層F 1 Bの膜厚が目標とする第1層F 1の膜厚よりも薄くなる。加えて、第1層F 1 Bとして成膜されなかった、第1画素電極E 1 B近傍の第1粒子M 1が比較的多く残存することとなる。このため、後工程において、第2画素電極E 2または第3画素電極E 3に、残存していた第1粒子M 1が成膜される場合がある。

[0086] 本実施形態の成膜工程においては、電着槽4の深さに相当する距離 d_1 を適切に設計し、第1粒子M 1が全て消費された場合に、第1層F 1の膜厚が目標の膜厚となるように設計すればよい。これにより、第1成膜工程の完了

後、電着液L 2中の第1粒子M 1がほぼ全て消費されるため、上述した膜厚差を低減することが可能である。

[0087] ステップS 1 6に次いで、絶対値が、第2閾値電圧V 2の絶対値以上であり、かつ、第3閾値電圧V 3の絶対値未満である、第2電圧を、底面電極8と第2画素電極E 2との間に印加する、第2成膜工程を実施する（ステップS 1 8）。ステップS 1 8においては、図1 2の（c）に示すように、第2粒子M 2と第3粒子M 3のうち、第2粒子M 2のみが第2画素電極E 2に泳動し、第2画素電極E 2上に吸着される。ステップS 1 8における電圧印加を十分におこなうことにより、第2画素電極E 2上に、図1 2の（d）に示す、第2粒子M 2を含む第2層F 2が成膜される。

[0088] ステップS 1 6において、電着槽4中の第1粒子M 1はほぼ全て消費されているため、ステップS 1 8において、第2層F 2中に第1粒子M 1が混在することを低減できる。なお、第2層F 2中の第1粒子M 1の密度が、最終的な発光デバイスとしての不良の基準を下回る限りは、第2層F 2に微量の第1粒子M 1が含まれていてもよい。したがって、本実施形態においては、ステップS 1 8において、微量の第1粒子M 1が電着槽4中に含まれていてもよい。

[0089] ステップS 1 8に次いで、絶対値が、第3閾値電圧V 3の絶対値以上である、第3電圧を、底面電極8と第3画素電極E 3との間に印加する、第3成膜工程を実施する（ステップS 2 0）。ステップS 2 0においては、図1 2の（e）に示すように、第3粒子M 3が第3画素電極E 3に泳動し、第3画素電極E 3上に吸着される。ステップS 2 0における電圧印加を十分におこなうことにより、第3画素電極E 3上に、図1 2の（f）に示す、第3粒子M 3を含む第3層F 3が成膜される。

[0090] ステップS 1 6およびステップS 1 8において、電着槽4中の第1粒子M 1および第2粒子M 2はほぼ全て消費されているため、ステップS 2 0において、第3層F 3中に第1粒子M 1または第2粒子M 2が混在することを低減できる。なお、第3層F 3中の第1粒子M 1および第2粒子M 2のそれぞれ

れ密度が、最終的な発光デバイスとしての不良の基準を下回る限りは、第3層F 3に微量の第1粒子M 1または第2粒子M 2が含まれていてもよい。したがって、本実施形態においては、ステップS 20において、微量の第1粒子M 1または第2粒子M 2が電着槽4中に含まれていてもよい。

[0091] 次いで、底面電極8と画素電極Eとの間の電圧印加を解除し（ステップS 22）、電着工程を完了する。次いで、上述したステップS 12およびステップS 14を、前実施形態と同様に実施する。これにより、第1画素電極E 1と第2画素電極E 2と第3画素電極E 3との上層に、第1層F 1と第2層F 2と第3層F 3とをそれぞれ備えた基板Cを得る。この後、第1層F 1と第2層F 2と第3層F 3との上層に、対向基板等を形成することにより、発光デバイスを製造してもよい。

[0092] 本実施形態においては、底面電極8との間に第1電圧を印加する電極である第1基板電極が第1画素電極E 1であり、底面電極8との間に第2電圧を印加する電極である第2基板電極が第2画素電極E 2である。すなわち、第1基板電極と第2基板電極とが互いに異なる。本実施形態によれば、互いに異なる機能材料をそれぞれ含む複数の層を、第1画素電極E 1上と第2電極E 2上にそれぞれ個別に形成することができる。特に、本実施形態においては、第1画素電極E 1上に第1粒子M 1を含む第1層F 1を、第2画素電極E 2上に第2粒子M 2を含む第2層F 2を、それぞれ個別に形成できる。

[0093] さらに、本実施形態においては、底面電極8との間に第3電圧を印加する電極である第3基板電極が、第1画素電極E 1および第2画素電極E 2と異なる第3画素電極E 3である。したがって、本実施形態においては、第3画素電極E 3上に第3粒子M 3を含む第3層F 3を、第1層F 1および第2層F 2とは独立して個別に形成できる。

[0094] 本実施形態において、例えば、第1粒子M 1と第2粒子M 2と第3粒子M 3とが、それぞれ、青色光と緑色光と赤色光とを発する量子ドットであってもよい。当該構成により、複数のサブ画素のそれぞれに、青色光と緑色光と赤色光とをそれぞれ発する発光素子を備えた発光デバイスを製造できる。ま

た、当該構成は、青色光を発する量子ドットと、緑色光を発する量子ドットと、赤色光を発する量子ドットとを、この順に画素電極Eに電着するため、下記の点において好ましい。

[0095] 一般に、量子ドットが発する光の波長は、当該量子ドットの径が小さいほど長波長となる。さらに、量子ドットの径が小さいほど、当該量子ドットは凝集しやすくなる傾向にある。このため、青色光を発する量子ドットは、緑色光および赤色光をそれぞれ発する量子ドットと比較して、より凝集しやすい傾向にある。さらに、同じ強度の電界下においては、凝集しやすい粒子ほど、電着による電極への吸着が生じやすい。

[0096] したがって、青色光を発する量子ドットは、緑色光および赤色光をそれぞれ発する量子ドットと比較して、電着による電極への吸着が生じるために必要な閾値電圧が低い傾向にある。同様に、緑色光を発する量子ドットは、赤色光を発する量子ドットと比較して、電着による電極への吸着が生じるために必要な閾値電圧が低い傾向にある。

[0097] ゆえに、本実施形態においては、青色光を発する量子ドットを、緑色光および赤色光をそれぞれ発する量子ドットよりも先に電着することが好ましい。当該構成により、青色光を発する量子ドットを電着する工程よりも後の工程において、青色光を発する量子ドットが他の量子ドットを含む層に混入することを、より効率的に低減できる。

[0098] 同様に、本実施形態においては、緑色光を発する量子ドットを、赤色光を発する量子ドットよりも先に電着することが好ましい。当該構成により、緑色光を発する量子ドットを電着する工程よりも後の工程において、緑色光を発する量子ドットが赤色を発する量子ドットを含む層に混入することを、より効率的に低減できる。

[0099] また、一般に、量子ドットが発する光の波長が短いほど、当該量子ドットを発光させるために必要な電圧は大きい。そのため、発光波長の長い画素における、より発光波長が短い量子ドットの混入許容量と比べて、発光波長の短い画素における、より発光波長が長い量子ドットの混入許容量は少ない。

加えて、本実施形態においては、ある電着工程において、意図せず電着されてしまう主な量子ドットは、当該電着工程の前の電着工程において、消費されずに電着槽 4 内に残存した量子ドットである。

[0100] つまり、青色光、緑色光、および赤色光をそれぞれ発する量子ドットを、この順において電着する場合、ある電着工程において意図せず混入してしまう主な量子ドットは、電着したい量子ドットが発する光の波長よりも短い波長の光を発する量子ドットとなる。したがって、本実施形態においては、青色光、緑色光、および赤色光をそれぞれ発する量子ドットを、この順において電着することにより、意図せず電着されてしまう量子ドットの混入量が、許容量を上回ることを、より効率よく低減できる。

[0101] 〔実施形態 3〕

図 1 4 は、本実施形態に係る発光デバイスの製造装置 2 を用いた製造方法の一例を説明するためのフローチャートである。図 1 5 は、図 1 4 に示す製造方法における、発光デバイスの製造装置 2 および基板 C の工程断面図である。図 1 5 の各図においては、本実施形態の電着工程における、電着槽 4 近傍の拡大側面図を示す。本実施形態に係る発光デバイスの製造装置 2 を用いて、基板 C の画素電極 E 上に電着による成膜を実行する一例について、図 1 4 および図 1 5 を参照して説明する。

[0102] 本実施形態における、発光デバイスの製造装置 2 および基板 C は、前実施形態における発光デバイスの製造装置 2 および基板 C と、それぞれ同一の構成を備えている。

[0103] 本実施形態に係る発光デバイスの製造方法においては、はじめに、発光デバイスの製造装置 2 に基板 C を設置する（ステップ S 2）。ステップ S 2 は、前実施形態と同様に実行される。ただし、本実施形態においては、ステップ S 2 において加圧部 1 0 に設置された基板 C を、電着槽 4 に近接させる前に、内部 4 A に電着液 L 1 および電着液 L 2 と異なる電着液 L 3 が充填されている。

[0104] 電着液 L 3 は、電着液 L 1 および電着液 L 2 の溶媒と同一の溶媒を含んで

いてもよい。電着液L 3は、機能粒子として、前実施形態において説明した、第1粒子M 1、第2粒子M 2、および第3粒子M 3に加えて、第4粒子M 4および第5粒子M 5を含む。第4粒子M 4および第5粒子M 5は、第1粒子M 1、第2粒子M 2、および第3粒子M 3と同様に、発光素子の機能層の材料であってもよく、半導体ナノ粒子、すなわち、量子ドットであってもよい。

[0105] 本実施形態においても、第4粒子M 4および第5粒子M 5は、第1粒子M 1、第2粒子M 2、および第3粒子M 3と同じ極性を有している。本実施形態においても、第1粒子M 1、第2粒子M 2、および第3粒子M 3が、底面電極8と画素電極Eとの間の閾値電圧として、それぞれ、第1閾値電圧V 1、第2閾値電圧V 2、および第3閾値電圧V 3を有する。また、第4粒子M 4が、画素電極Eの何れかに吸着され、当該画素電極Eに成膜されるために必要な閾値電圧である、第4閾値電圧V 4の絶対値は、第1閾値電圧V 1の絶対値よりも小さい。加えて、第5粒子M 5が、画素電極Eの何れかに吸着され、当該画素電極Eに成膜されるために必要な閾値電圧である、第5閾値電圧V 5の絶対値は、第3閾値電圧V 3の絶対値よりも大きい。

[0106] 次いで、前実施形態と同様に、加圧部10を制御して、基板Cを電着槽4に押し付け、基板把持工程を実施する（ステップS 4）。これにより、基板Cの画素電極Eは電着液L 3に浸漬される。ステップS 4に次いで、電着工程を実施する。

[0107] 本実施形態は、電着工程において、はじめに、絶対値が、第4閾値電圧V 4の絶対値以上であり、かつ、第1閾値電圧V 1の絶対値未満である、第4電圧を、底面電極8と全ての画素電極Eとの間に印加する、第4成膜工程を実施する（ステップS 24）。ステップS 24においては、図15の（a）に示すように、電着液L 3に含まれる機能粒子のうち、第4粒子M 4のみが画素電極Eのそれぞれに泳動し、画素電極E上に吸着される。

[0108] ステップS 24における電圧印加を十分におこなうことにより、全ての画素電極E上に、図15の（b）に示す、第4粒子M 4を含む第4層F 4が成

膜される。なお、ステップS 2 4 は、電着槽 4 中の第 4 粒子 M 4 のほぼ全てが、第 4 層 F 4 の成膜のために、画素電極 E 上に吸着されるまで実施される。

[0109] 次いで、前実施形態と同一の手法により、ステップ S 1 6 と、ステップ S 1 8 と、ステップ S 2 0 とを実行する。図 1 5 の (c) は、ステップ S 1 6 において、第 1 画素電極 E 1 と底面電極 8 との間に、第 1 電圧を印加している様子を示す。ここで、本実施形態においては、ステップ S 1 6 において、第 1 画素電極 E 1 と重畳する位置における第 4 層 F 4 が、第 1 粒子 M 1 を吸着する。

[0110] 本実施形態における、ステップ S 1 6 と、ステップ S 1 8 と、ステップ S 2 0 とを実行することにより、図 1 5 の (d) に示すように、第 1 層 F 1 と、第 2 層 F 2 と、第 3 層 F 3 とが得られる。ここで、第 1 層 F 1 は、第 1 画素電極 E 1 と重畳する位置における第 4 層 F 4 上に形成される。また、第 2 層 F 2 は、第 2 画素電極 E 2 と重畳する位置における第 4 層 F 4 上に形成される。さらに、第 3 層 F 3 は、第 3 画素電極 E 3 と重畳する位置における第 4 層 F 4 上に形成される。

[0111] ステップ S 2 4 において、電着槽 4 中の第 1 粒子 M 1 はほぼ全て消費されているため、ステップ S 1 6、ステップ S 1 8、およびステップ S 2 0 のそれぞれにおいて、第 1 層 F 1 中、第 2 層 F 2 中、および第 3 層 F 3 中に第 4 粒子 M 4 が混在することを低減できる。なお、第 1 層 F 1 中、第 2 層 F 2 中、または第 3 層 F 3 中の第 4 粒子 M 4 の密度が、最終的な発光デバイスとしての不良の基準を下回る限りは、第 1 層 F 1 中、第 2 層 F 2 中、または第 3 層 F 3 中に微量の第 4 粒子 M 4 が含まれていてもよい。したがって、本実施形態においては、ステップ S 1 6 と、ステップ S 1 8 と、ステップ S 2 0 とのそれぞれにおいて、微量の第 4 粒子 M 4 が電着槽 4 中に含まれていてもよい。

[0112] ステップ S 2 0 に次いで、絶対値が、第 5 閾値電圧 V 5 の絶対値以上である、第 5 電圧を、底面電極 8 と全ての画素電極 E との間に印加する、第 5 成

膜工程を実施する（ステップS 2 6）。ステップS 2 6においては、図1 5の（e）に示すように、第5粒子M 5が第1層F 1、第2層F 2、および第3層F 3のそれぞれに泳動し、吸着される。ステップS 2 6における電圧印加を十分におこなうことにより、第1層F 1、第2層F 2、および第3層F 3のそれぞれの上層に、図1 5の（f）に示す、第5粒子M 5を含む第5層F 5が成膜される。

[0113] ステップS 2 6以前において、電着槽4中の第5粒子M 5を除く機能粒子はほぼ全て消費されているため、ステップS 2 6において、第5層F 5中に第5粒子M 5を除く機能粒子が混在することを低減できる。なお、第5層F 5中の第5粒子M 5を除く機能粒子の密度が、最終的な発光デバイスとしての不良の基準を下回る限りは、第5層F 5に、第5粒子M 5を除く機能粒子が、微量に含まれていてもよい。したがって、本実施形態においては、ステップS 2 6において、第5粒子M 5を除く機能粒子が、微量に電着槽4中に含まれていてもよい。

[0114] 次いで、底面電極8と画素電極Eとの間の電圧印加を解除し（ステップS 2 2）、電着工程を完了する。次いで、上述したステップS 1 2およびステップS 1 4を、前実施形態と同様に実施する。これにより、画素電極E上に、第4層F 4と、第1層F 1、第2層F 2、および第3層F 3と、第5層F 5とを、この順に積層して備えた基板Cを得る。

[0115] 本実施形態におけるにおいて得られた基板Cを備える発光デバイスの例を、図1 6を参照して説明する。図1 6の各図は、本実施形態における発光デバイスLDの断側面図である。図1 6の（a）に示す発光デバイスLDは、上述の基板Cの第5層F 5の上層に、対向基板CCを形成することにより得られる。

[0116] 対向基板CCは、基板電極として、単一の共通電極CEを備えている。共通電極CEは、対向基板CCの何れか一方の面上において露出するように、対向基板CCに形成されている。

[0117] 発光デバイスLDにおいて、対向基板CCと、共通電極CEとは、基板C

の第4層F 4から第5層F 5までを介して互いに対向する。ここで、共通電極C Eは、基板Cの全ての画素電極Eと重畳し、全ての第5層F 5と接触している。なお、図16の各図に示す発光デバイスLDの構成は、本実施形態における一例である。代わりに、例えば、発光デバイスLDにおいて、共通電極C Eは、基板C上に電着された層の上層（例えば、第5層の上層）に、直接設けられていてもよい。この他、例えば、発光デバイスLDにおいて、対向基板C Cの代わりに、共通電極C E、および、当該共通電極C Eとの間に空隙を保って保持される封止用ガラスが、基板C上に電着された層の上層に設けられていてもよい。

[0118] 発光デバイスLDにおいて、第1層F 1、第2層F 2、および第3層F 3は、それぞれ、青色発光層、緑色発光層、および赤色発光層であってもよい。また、第4層F 4および第5層F 5のそれぞれは、正孔輸送層または電子輸送層であってもよい。

[0119] この場合、発光デバイスLDは、基板Cと対向基板C Cとの間において、第1層F 1と重畳する位置に青色発光素子を、第2層F 2と重畳する位置に緑色発光素子を、第3層F 3と重畳する位置に赤色発光素子をそれぞれ備える発光デバイスであってもよい。また、青色発光素子を青色サブ画素に、緑色発光素子を緑色サブ画素に、赤色発光素子を赤色サブ画素にそれぞれ備えることにより、発光デバイスLDは表示デバイスとして機能してもよい。

[0120] 基板Cと対向基板C Cとの何れか一方が、透明電極を備えた透明基板であってもよい。この場合、発光デバイスLDは、それぞれの発光素子からの光を、透明基板側から取り出してもよい。

[0121] 各々の発光素子の発光は、画素電極Eのそれぞれを駆動することにより実現してもよい。この場合、電着槽接続用電極Dは、画素電極Eのそれぞれを駆動するための信号を入力する端子として機能してもよい。

[0122] ここで、本実施形態における発光デバイスLDの他の例を、図16の（b）を参照して説明する。

[0123] 理想的には、発光デバイスLDは、図16の（a）に示すように、第1層

F 1、第2層F 2、および第3層F 3のそれぞれが、第1粒子M 1、第2粒子M 2、および第3粒子M 3のみからなることが好ましい。

[0124] しかしながら、本実施形態における製造方法においては、上述した理由から、図16の(b)に示すように、第2層F 2には第1粒子M 1が、第3層F 3には第1粒子M 1および第2粒子M 2が微量に含まれる場合がある。

[0125] ここで、第2層F 2中の第1粒子M 1は、図16の(b)に示すように、第2層F 2中の画素電極E側に形成される傾向がある。これは、第2成膜工程の直前において、残留した第1粒子M 1は、既に電着槽4における画素電極E側に泳動しているため、次工程である第2成膜工程において、当該第1粒子M 1が優先的に吸着される傾向にあるためである。同様の理由から、第3層F 3中の第1粒子M 1および第2粒子M 2は、図16の(b)に示すように、第3層F 3中の画素電極E側に形成される傾向がある。

[0126] ところで、正孔輸送層と電子輸送層との間に、量子ドットを数層積層して備えた発光素子においては、一般に、当該発光素子の発光は、発光層の正孔輸送層側の界面近くにおいて発生する傾向にある。これは、発光層が量子ドットからなる場合、発光層中の電子の移動度と比較して、発光層中の正孔の移動度が低いことによる。

[0127] 上記事情から、本実施形態においては、基板Cの画素電極Eが、上述した発光素子のカソードであり、対向基板C Cの共通電極C Eが、上述した発光素子のアノードであることが好ましい。この場合、第4層F 4が電子輸送層として機能し、第5層F 5が正孔輸送層として機能することが好ましい。

[0128] 上記構成であれば、第2層F 2中の第1粒子M 1、および第3層F 3中の第1粒子M 1および第2粒子M 2は、それぞれの層の第4層F 4、すなわち電子輸送層側に形成されやすくなる。このため、発光デバイスLDのそれぞれの発光素子を駆動した場合であっても、第2層F 2中の第1粒子M 1、および第3層F 3中の第1粒子M 1および第2粒子M 2は、発光しにくくなる。したがって、特定の色の光を発する発光素子から、異なる光が生じる、いわゆる混色が低減され、表示品位が改善する。

[0129] 〔実施形態４〕

図１７は、本実施形態に係る発光デバイスの製造装置２を用いた製造方法の一例を説明するための、発光デバイスの製造装置２および基板Ｃの工程断面図である。図１７の各図においては、本実施形態の電着工程における、電着槽４近傍の拡大側面図を示す。

[0130] 本実施形態における、発光デバイスの製造装置２および基板Ｃは、前実施形態における発光デバイスの製造装置２および基板Ｃと、それぞれ同一の構成を備えている。また、本実施形態における発光デバイスの製造方法は、図１４に示すフローチャートの各工程のうち、ステップＳ２４とステップＳ２６とを除いて、前実施形態における発光デバイスの製造方法と同様の手法により実現できる。本実施形態に係る発光デバイスの製造装置２を用いて、基板Ｃの画素電極Ｅ上に電着による成膜を実行する一例について、図１４および図１７を参照して説明する。

[0131] 本実施形態に係る発光デバイスの製造方法においては、はじめに、発光デバイスの製造装置２に基板Ｃを設置する（ステップＳ２）。ステップＳ２は、前実施形態と同様に実行される。ただし、本実施形態においては、ステップＳ２において加圧部１０に設置された基板Ｃを、電着槽４に近接させる前に、内部４Ａに電着液Ｌ１、電着液Ｌ２、および電着液Ｌ３と異なる電着液Ｌ４が充填されている。

[0132] 電着液Ｌ４は、電着液Ｌ１、電着液Ｌ２、および電着液Ｌ３の溶媒と同一の溶媒を含んでいてもよい。電着液Ｌ４は、機能粒子として、前実施形態において説明した、第１粒子Ｍ１、第２粒子Ｍ２、および第３粒子Ｍ３を含む。さらに、電着液Ｌ４は、電着液Ｌ３と比較して、第４粒子Ｍ４に代えて、第４粒子Ｍ４Ａ、第４粒子Ｍ４Ｂ、および第４粒子Ｍ４Ｃを含み、第５粒子Ｍ５に代えて、第５粒子Ｍ５Ａ、第５粒子Ｍ５Ｂ、および第５粒子Ｍ５Ｃを含む。

[0133] 第４粒子Ｍ４Ａ、第４粒子Ｍ４Ｂ、第４粒子Ｍ４Ｃ、第５粒子Ｍ５Ａ、第５粒子Ｍ５Ｂ、および第５粒子Ｍ５Ｃは、前実施形態までの機能粒子と同一

の構成を備えていてもよく、特に、同一の極性を有している。ここで、第4粒子M4 A、第4粒子M4 B、および第4粒子M4 Cの閾値電圧の絶対値は、第1粒子M1の閾値電圧の絶対値よりも小さく、かつ、互いに異なる。また、第5粒子M5 A、第5粒子M5 B、および第5粒子M5 Cの閾値電圧の絶対値は、第3粒子M3の閾値電圧の絶対値よりも大きく、かつ、互いに異なる。

[0134] 特に、本実施形態においては、第4粒子M4 Bの閾値電圧の絶対値は、第4粒子M4 Aの閾値電圧の絶対値よりも大きく、第4粒子M4 Cの閾値電圧の絶対値よりも小さい。また、本実施形態においては、第5粒子M5 Bの閾値電圧の絶対値は、第5粒子M5 Aの閾値電圧の絶対値よりも大きく、第5粒子M5 Cの閾値電圧の絶対値よりも小さい。

[0135] 次に、前実施形態と同様に、加圧部10を制御して、基板Cを電着槽4に押し付け、基板把持工程を実施する（ステップS4）。これにより、基板Cの画素電極Eは電着液L3に浸漬される。ステップS4に次いで、電着工程を実施する。

[0136] 本実施形態においては、ステップS24において、はじめに、絶対値が、第4粒子M4 Aの閾値電圧の絶対値よりも大きく、第4粒子M4 Bの閾値電圧の絶対値よりも小さい電圧を、底面電極8と第1画素電極E1との間に印加する。これにより、図17の（a）に示すように、第4粒子M4 Aのみが第1画素電極E1のそれぞれに泳動し、第1画素電極E1上に吸着される。

[0137] 上述の電圧印加を十分におこなうことにより、第1画素電極E1上に、図17の（b）に示す、第4粒子M4 Aを含む第4層F4 Aが成膜される。なお、当該電圧印加は、電着槽4中の第4粒子M4 Aのほぼ全てが、第4層F4 Aの成膜のために、画素電極E上に吸着されるまで実施される。

[0138] 上述のように、第4粒子M4 A、第4粒子M4 B、および第4粒子M4 Cの閾値電圧の絶対値は、互いに異なる。このため、上述のように、第1画素電極E1のみに、第4粒子M4 Aのみを吸着させて、第4層F4 Aを成膜することができる。

- [0139] 同様の手法を第4粒子M4Bに適用することにより、図17の(c)に示すように、第2画素電極E2に第4粒子M4Bを含む第4層F4Bを製膜できる。また、同様の手法を第4粒子M4Cに適用することにより、図17の(c)に示すように、第3画素電極E3に第4粒子M4Cを含む第4層F4Cを、それぞれ個別に成膜することができる。これにより、図17の(c)に示す、第4層F4A、第4層F4B、および第4層F4Cを、それぞれ異なる画素電極E上に備えた、第4層F4が得られる。
- [0140] 次いで、ステップS16、ステップS18、およびステップS20を前実施形態と同様に実施することにより、図17の(d)に示す第1層F1、第2層F2、および第3層F3を成膜する。ここで、本実施形態においては、図17の(d)に示すように、第1層F1を第4層F4A上に、第2層F2を第4層F4B上に、第3層F3を第4層F4C上に成膜する。
- [0141] 次いで、本実施形態においては、ステップS26において、始めに、絶対値が、第5粒子M5Aの閾値電圧の絶対値よりも大きく、第5粒子M5Bの閾値電圧の絶対値よりも小さい電圧を、底面電極8と第1画素電極E1との間に印加する。これにより、図17の(e)に示すように、第5粒子M5Aのみが第1層F1のそれぞれに泳動し、第1層F1上に吸着される。
- [0142] 上述の電圧印加を十分におこなうことにより、第1層F1上に、図17の(f)に示す、第5粒子M5Aを含む第5層F5Aが成膜される。なお、当該電圧印加は、電着槽4中の第5粒子M5Aのほぼ全てが、第5層F5Aの成膜のために、画素電極E上に吸着されるまで実施される。
- [0143] 上述のように、第5粒子M5A、第5粒子M5B、および第5粒子M5Cの閾値電圧の絶対値は、互いに異なる。このため、上述のように、第1層F1のみに、第5粒子M5Aのみを吸着させて、第5層F5Aを成膜することができる。
- [0144] 同様の手法を第5粒子M5Bに適用することにより、図17の(f)に示すように、第2層F2に第5粒子M5Bを含む第5層F5Bを製膜できる。また、同様の手法を第5粒子M5Cに適用することにより、図17の(f)

に示すように、第3層F 3に第5粒子M 5 Cを含む第5層F 5 Cを、それぞれ個別に成膜することができる。これにより、図17の(f)に示す、第5層F 5 A、第5層F 5 B、および第5層F 5 Cを、第1層F 1上、第2層F 2上、および第3層F 3上にそれぞれ備えた、第5層F 5が得られる。

[0145] 次いで、ステップS 22、ステップS 12、およびステップS 14を前実施形態と同様に実施する。これにより、本実施形態においては、前実施形態の基板Cと比較して、第4層F 4と第5層F 5とについても、各画素電極Eと重畳する位置に個別に形成された基板Cが得られる。

[0146] 本実施形態におけるにおいて得られた基板Cを備える発光デバイスの例を、図18を参照して説明する。図18は、本実施形態における発光デバイスLDの断側面図である。図18に示す発光デバイスLDは、上述の基板Cの第5層F 5の上層に、対向基板C Cを形成することにより得られる。対向基板C Cは、前実施形態における対向基板C Cと同一の構成を備えている。

[0147] 本実施形態における発光デバイスLDは、前実施形態における発光デバイスLDと比較して、第4層F 4と第5層F 5とにおいても、画素電極Eごとに、個別に形成されている。このため、第1層F 1、第2層F 2、および第3層F 3のそれぞれが接する第4層F 4に含まれる機能粒子が互いに異なる。同様に、第1層F 1、第2層F 2、および第3層F 3のそれぞれが接する第5層F 5に含まれる機能粒子が互いに異なる。

[0148] したがって、本実施形態においては、第1層F 1、第2層F 2、および第3層F 3のそれぞれに適した第4層F 4および第5層F 5を個別に形成することができる。特に、本実施形態における発光デバイスLDの第1層F 1、第2層F 2、および第3層F 3が、それぞれ異なる色の光を発する発光層の場合、それぞれの発光層に適する正孔輸送層および電子輸送層が、発する色ごとに異なる場合がある。

[0149] 本実施形態において、例えば、第4層F 4が電子輸送層であり、第5層F 5が正孔輸送層である場合、発する色ごとに適切な電子輸送層および正孔輸送層を個別に形成することができる。したがって、本実施形態における製造

方法によれば、より発光効率を改善した発光素子を備えた発光デバイスLDを提供できる。

[0150] なお、上述した各実施形態における、ステップS16においては、第1粒子M1を吸着しない第2画素電極E2および第3画素電極E3と、底面電極8との間に、第6電圧を印加してもよい。ここで、第6電圧の絶対値は、第1電圧の絶対値よりも小さい。

[0151] 当該構成によれば、第1粒子M1は、第2画素電極E2および第3画素電極E3と第1画素電極E1との間に生じる電界によっても、第1画素電極E1に向かって泳動する。このため、第1画素電極E1における第1層F1の成膜速度が向上する。なお、第6電圧の絶対値が、第1電圧の絶対値よりも小さいことから、第2画素電極E2または第3画素電極E3が、第1粒子M1を吸着することが低減される。

[0152] さらに、第6電圧は、第1電圧と逆の極性を有していてもよい。当該構成により、第2画素電極E2および第3画素電極E3が第1粒子M1を吸着することをより低減できる。なお、上述のように第6電圧の絶対値が、第1電圧の絶対値よりも小さいことから、上記構成においても、底面電極8が、第1粒子M1を吸着することが低減される。

[0153] 同様に、上述した各実施形態における、ステップS18においては、第2粒子M2を吸着しない第1画素電極E1および第3画素電極E3と、底面電極8との間に、第7電圧を印加してもよい。ここで、第7電圧の絶対値は、第2電圧の絶対値よりも小さい。

[0154] 当該構成によれば、第2粒子M2は、第1画素電極E1および第3画素電極E3と第2画素電極E2との間に生じる電界によっても、第2画素電極E2に向かって泳動する。このため、第2画素電極E2における第2層F2の成膜速度が向上する。なお、第7電圧の絶対値が、第2電圧の絶対値よりも小さいことから、第1画素電極E1または第3画素電極E3が、第2粒子M2を吸着することが低減される。

[0155] さらに、第7電圧は、第2電圧と逆の極性を有していてもよい。当該構成

により、第1画素電極E1および第3画素電極E3が第2粒子M2を吸着することをより効率的に低減できる。なお、上述のように第7電圧の絶対値が、第2電圧の絶対値よりも小さいことから、上記構成においても、底面電極8が、第2粒子M2を吸着することが低減される。

[0156] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。さらに、各実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。

符号の説明

[0157]	2	発光デバイスの製造装置
	4	電着槽
	8	底面電極
	C	基板
	E	画素電極
	U	平面電極
	L D	発光デバイス
	L 1 ・ L 2 ・ L 3	電着液
	M 1	第1粒子
	M 2	第2粒子
	M 3	第3粒子
	M 4	第4粒子
	M 5	第5粒子

請求の範囲

- [請求項1] 基板に形成された基板電極に対する、機能粒子の電着を行う発光デバイスの製造方法であって、
- 前記基板と、該基板に平行に配置された対向電極との間において、第1粒子と、当該第1粒子と異なる第2粒子とを、前記機能粒子として含む電着液を挾持する基板把持工程と、
- 前記基板把持工程の後、前記基板電極の内の第1基板電極と、前記対向電極との間に、第1電圧を印加し、前記第1粒子を前記第1基板電極に成膜する第1成膜工程と、
- 前記第1成膜工程に次いで、前記基板電極の内の第2基板電極と、前記対向電極との間に、第2電圧を印加し、前記第2粒子を前記第2基板電極に成膜する第2成膜工程とを備え、
- 前記第1電圧の絶対値が、前記第2電圧の絶対値よりも小さい発光デバイスの製造方法。
- [請求項2] 前記第1基板電極と前記第2基板電極とが同一の電極であり、前記第2成膜工程において、前記第2粒子を、前記第1粒子の層の上層に形成する請求項1に記載の発光デバイスの製造方法。
- [請求項3] 前記第1基板電極と前記第2基板電極とが互いに異なる電極である請求項1に記載の発光デバイスの製造方法。
- [請求項4] 前記電着液が、前記機能粒子として、前記第1粒子および前記第2粒子と互いに異なる第3粒子をさらに含み、
- 前記第2成膜工程に次いで、前記基板電極の内の第3基板電極と、前記対向電極との間に、第3電圧を印加し、前記第3粒子を前記第3基板電極に成膜する第3成膜工程をさらに備え、
- 前記第2電圧の絶対値が、前記第3電圧の絶対値よりも小さい請求項3に記載の発光デバイスの製造方法。
- [請求項5] 前記電着液が、前記機能粒子として、前記第1粒子、前記第2粒子、および前記第3粒子と互いに異なる第4粒子をさらに含み、

前記第1成膜工程に先立って、前記第1基板電極、前記第2基板電極、および前記第3基板電極と、前記対向電極との間に、第4電圧を印加し、前記第4粒子を前記第1基板電極、前記第2基板電極、および前記第3基板電極に成膜する第4成膜工程をさらに備え、

前記第4電圧の絶対値が、前記第1電圧の絶対値よりも小さい請求項4に記載の発光デバイスの製造方法。

[請求項6] 前記電着液が、前記機能粒子として、前記第1粒子、前記第2粒子、および前記第3粒子と互いに異なる第5粒子をさらに含み、

前記第3成膜工程に次いで、前記第1基板電極、前記第2基板電極、および前記第3基板電極と、前記対向電極との間に、第5電圧を印加し、前記第5粒子を前記第1基板電極、前記第2基板電極、および前記第3基板電極に成膜する第5成膜工程をさらに備え、

前記第3電圧の絶対値が、前記第5電圧の絶対値よりも小さい請求項4または5に記載の発光デバイスの製造方法。

[請求項7] 前記第1粒子が青色光を発する量子ドットであり、前記第2粒子が緑色光を発する量子ドットであり、前記第3粒子が赤色光を発する量子ドットである請求項4から6の何れか1項に記載の発光デバイスの製造方法。

[請求項8] 前記第1成膜工程において、前記第1基板電極と異なる前記基板電極と、前記対向電極との間に、第6電圧を印加し、

前記第6電圧の絶対値が、前記第1電圧の絶対値よりも小さい請求項3から7の何れか1項に記載の発光デバイスの製造方法。

[請求項9] 前記第2成膜工程において、前記第2基板電極と異なる前記基板電極と、前記対向電極との間に、第7電圧を印加し、

前記第7電圧の絶対値が、前記第2電圧の絶対値よりも小さい請求項3から8の何れか1項に記載の発光デバイスの製造方法。

[請求項10] 前記第1成膜工程において、前記第1基板電極と、前記対向電極との間に、前記第1電圧を印加する順電圧印加工程と、前記第1基板電

極と、前記対向電極との間に、前記第 1 電圧とは極性が逆であり、かつ、前記第 1 電圧よりも絶対値が小さい第 8 電圧を印加する逆電圧印加工程とを、交互に実行する請求項 1 から 9 の何れか 1 項に記載の発光デバイスの製造方法。

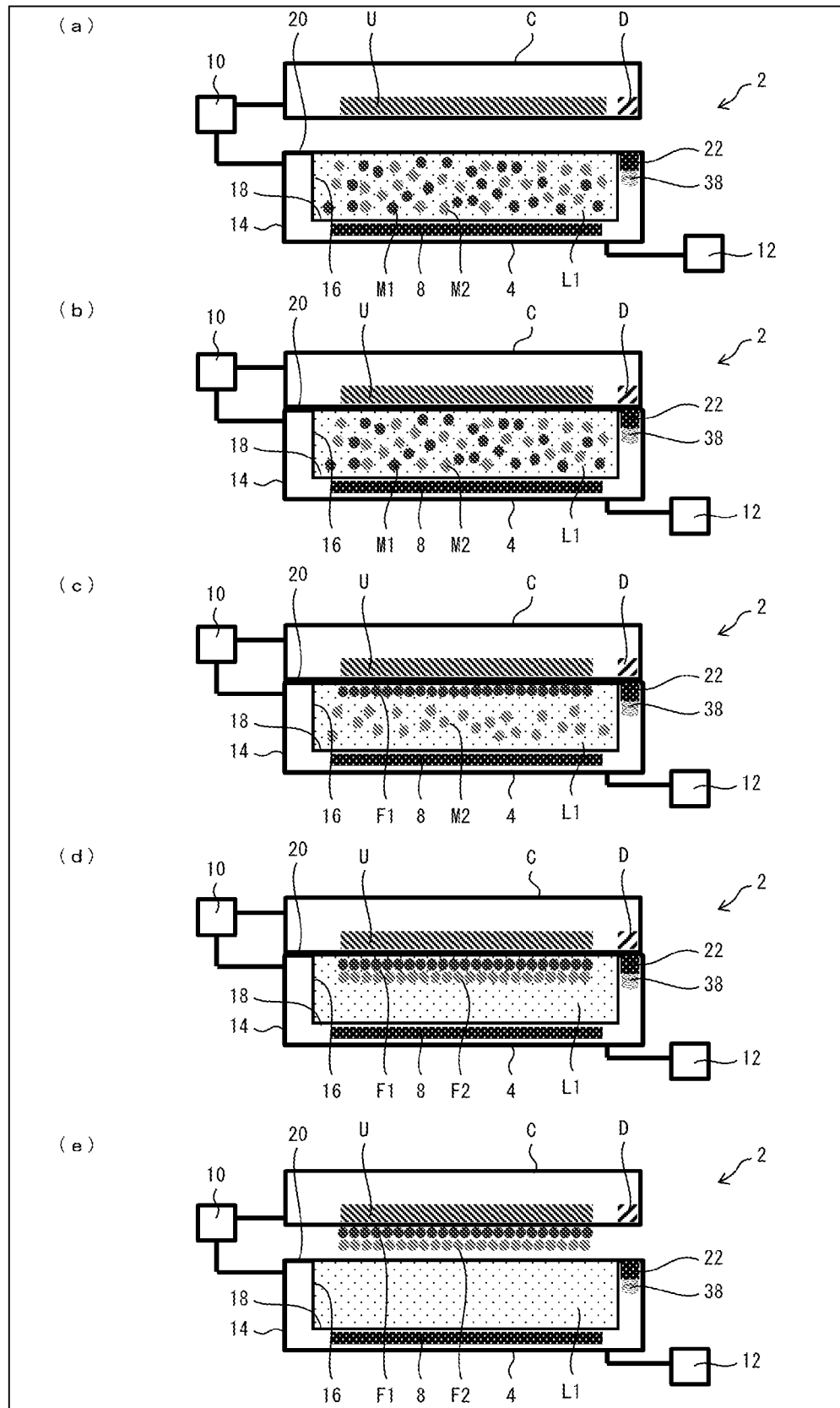
[請求項11] 前記第 1 成膜工程の直前において、前記第 1 粒子と前記第 2 粒子とを、前記電着液において混合する請求項 1 から 10 の何れか 1 項に記載の発光デバイスの製造方法。

[請求項12] 前記機能粒子が、発光素子の機能層の材料である請求項 1 から 11 の何れか 1 項に記載の発光デバイスの製造方法。

[請求項13] 前記基板電極が、前記発光素子のカソードである請求項 12 に記載の発光デバイスの製造方法。

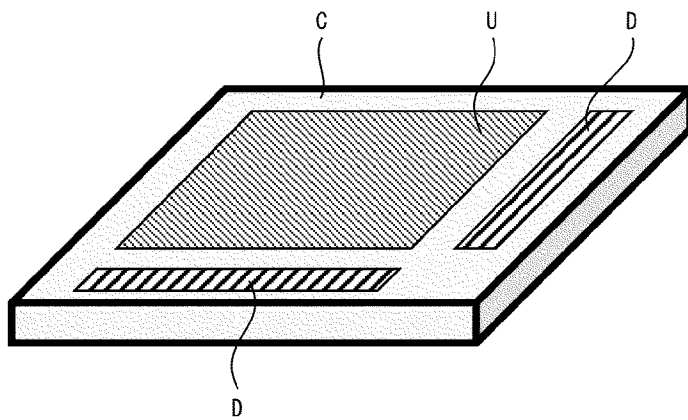
[図1]

図 1



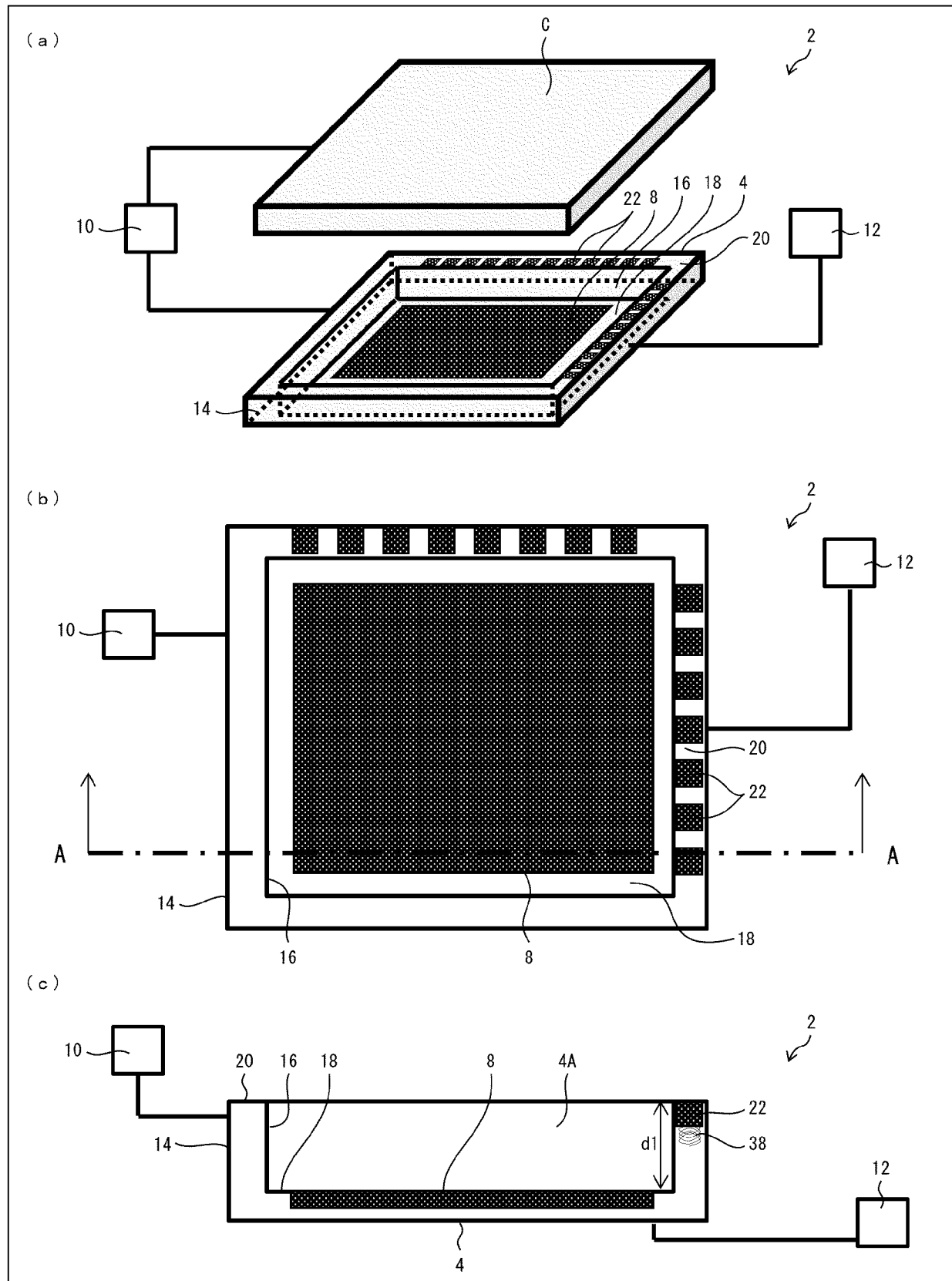
[図2]

図 2



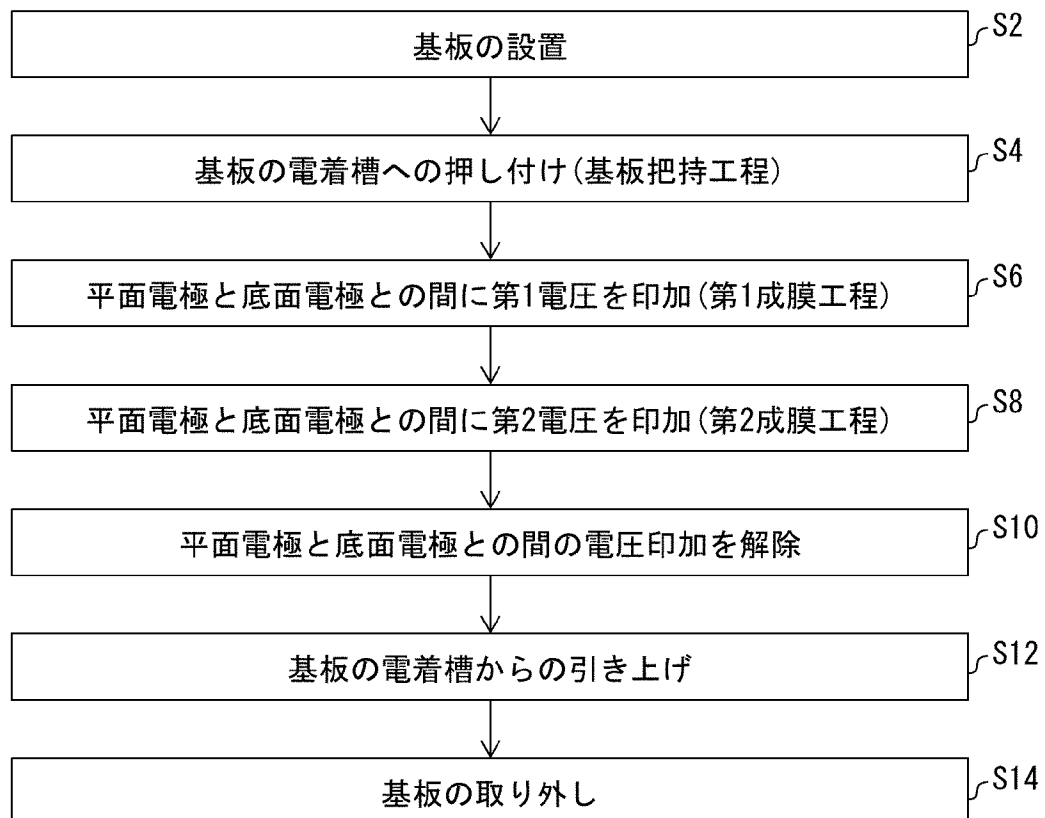
[図3]

図 3



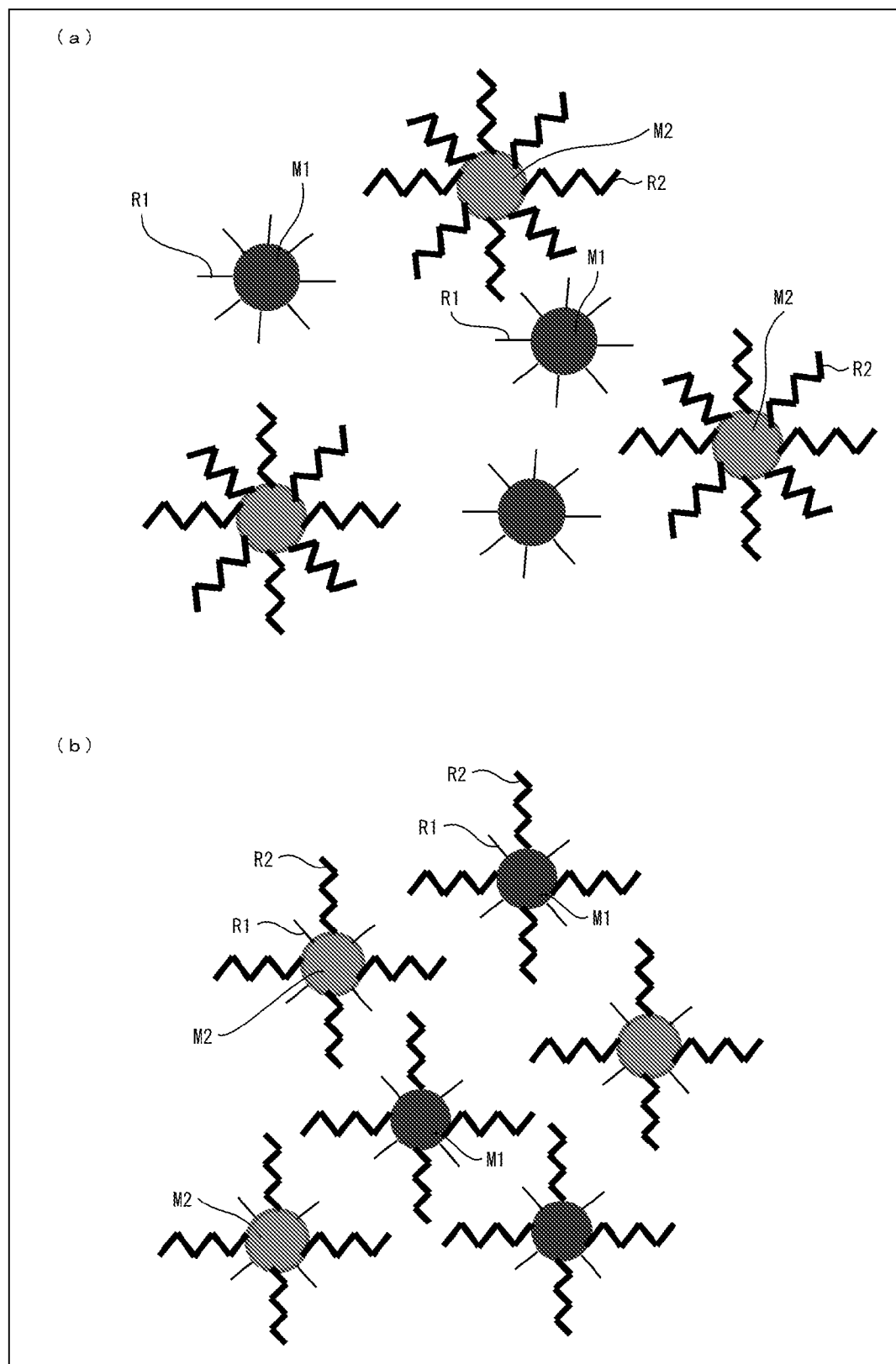
[図5]

図 5



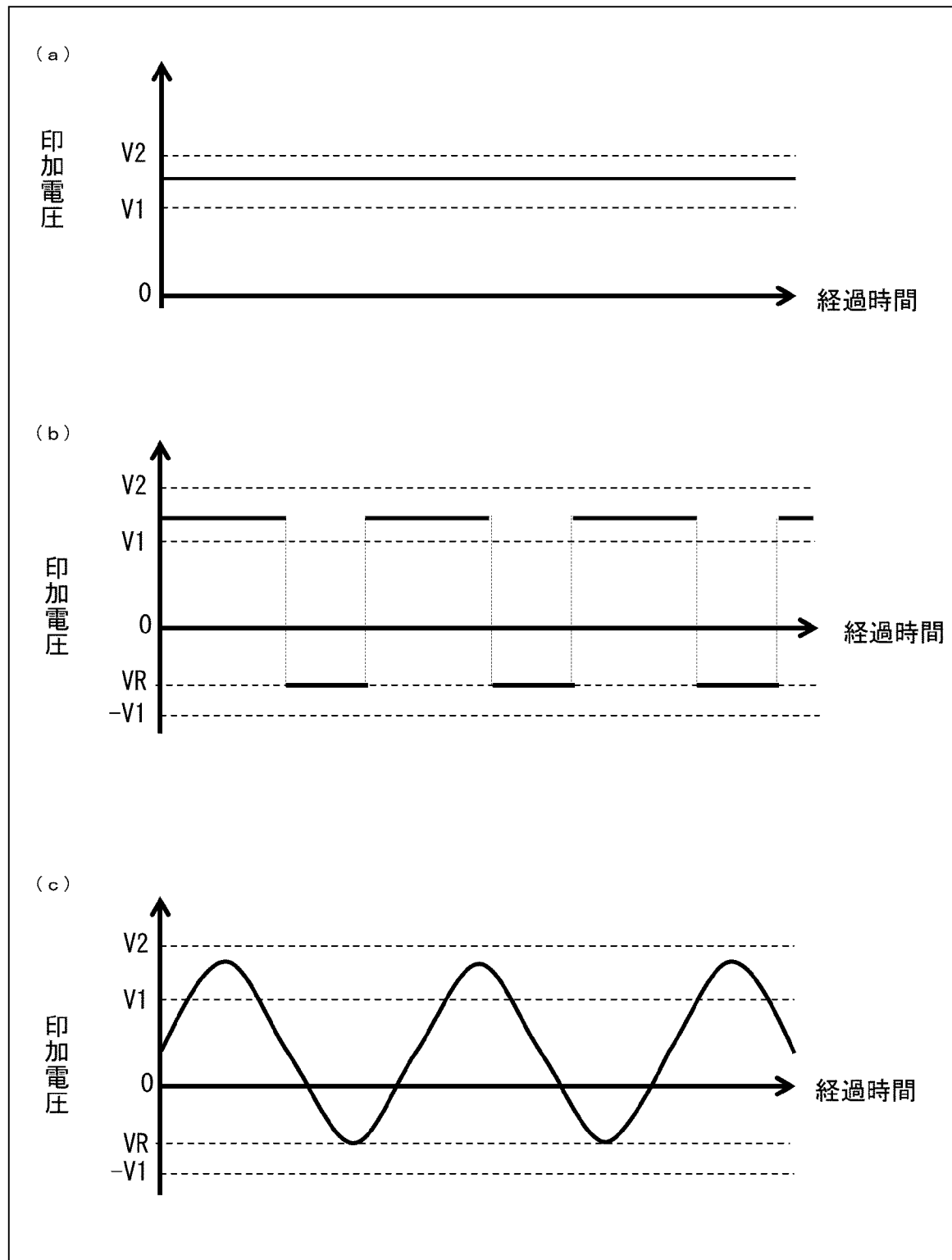
[図6]

図 6



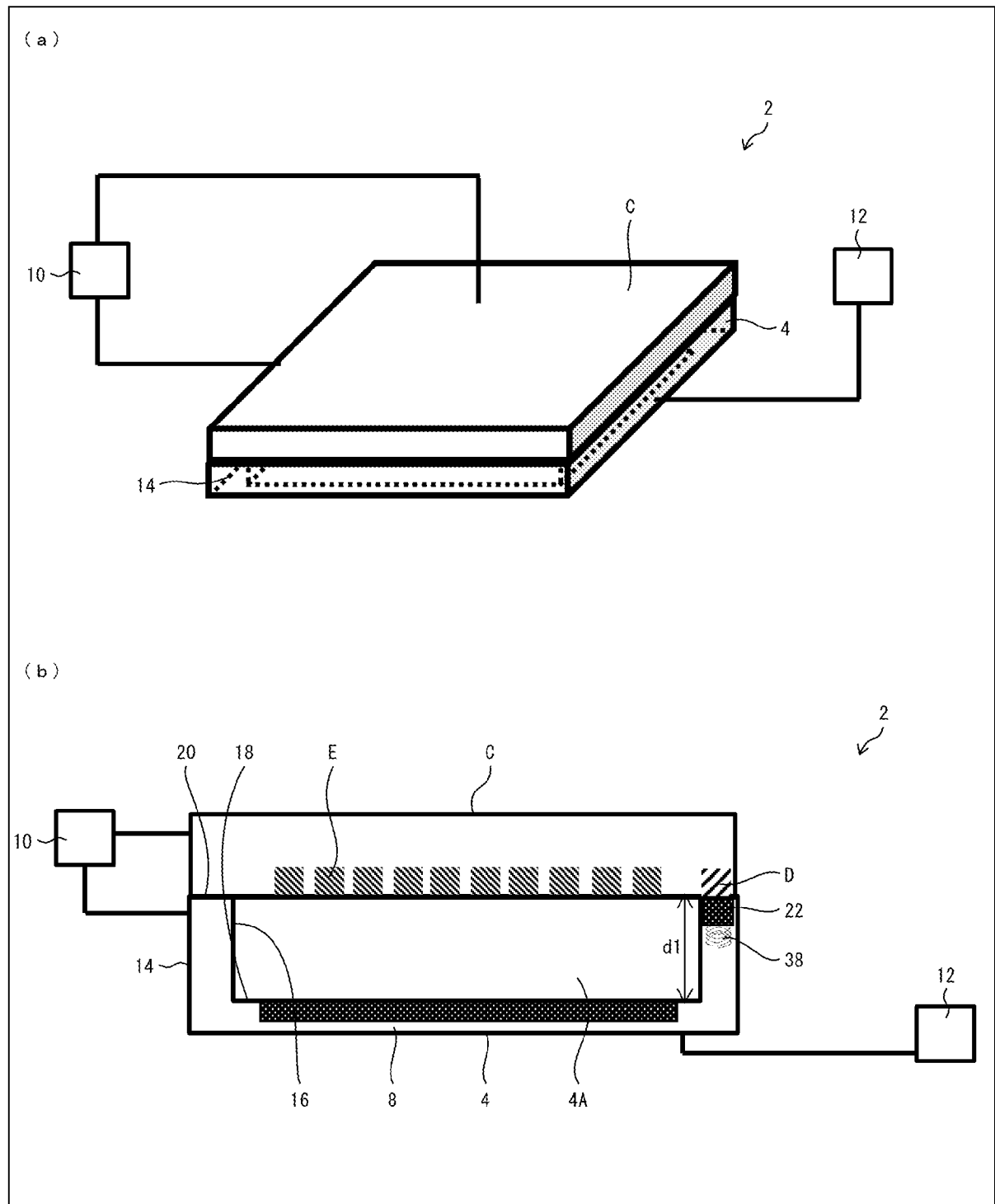
[図7]

図 7



[図10]

図 10



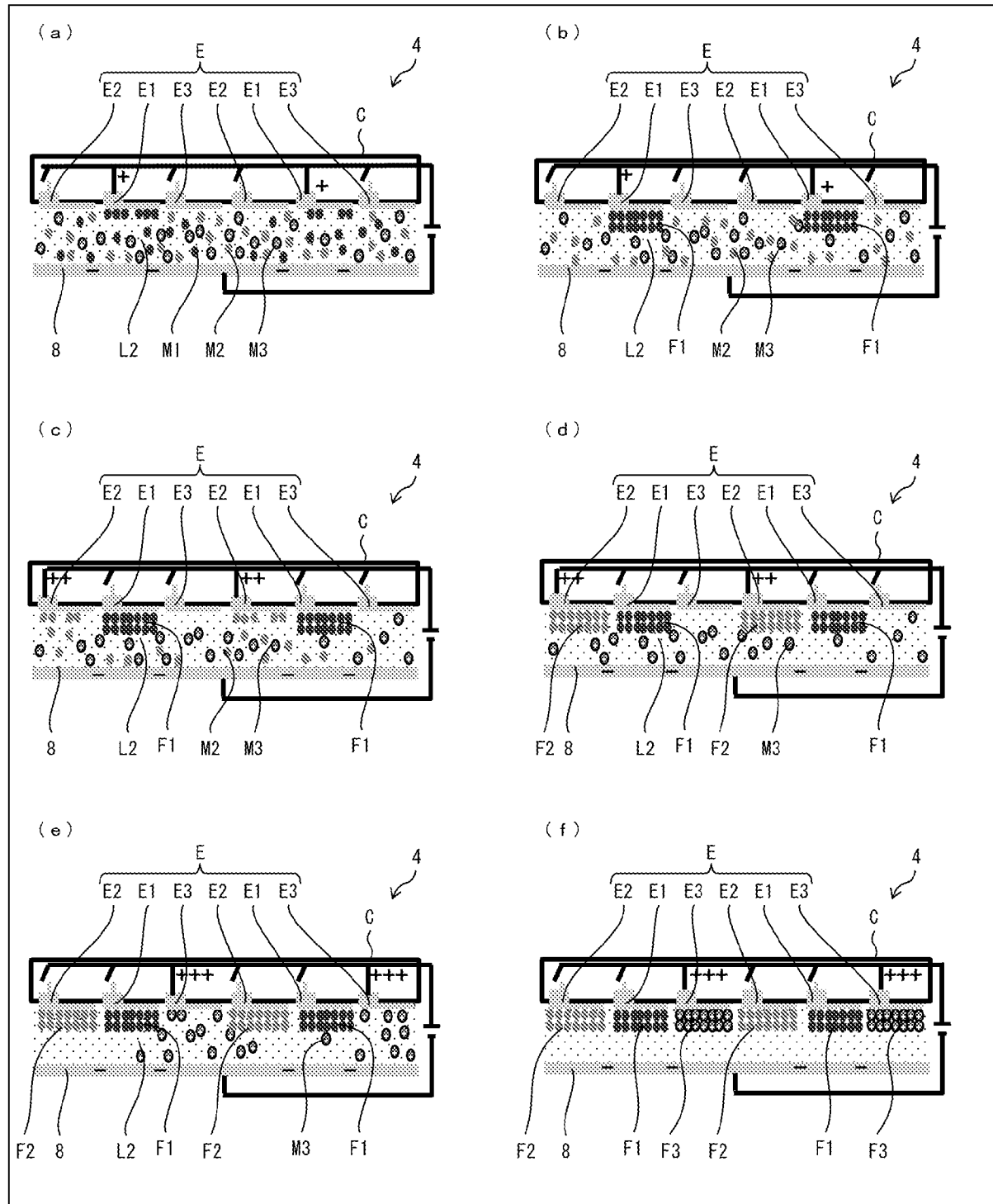
[図11]

図 11



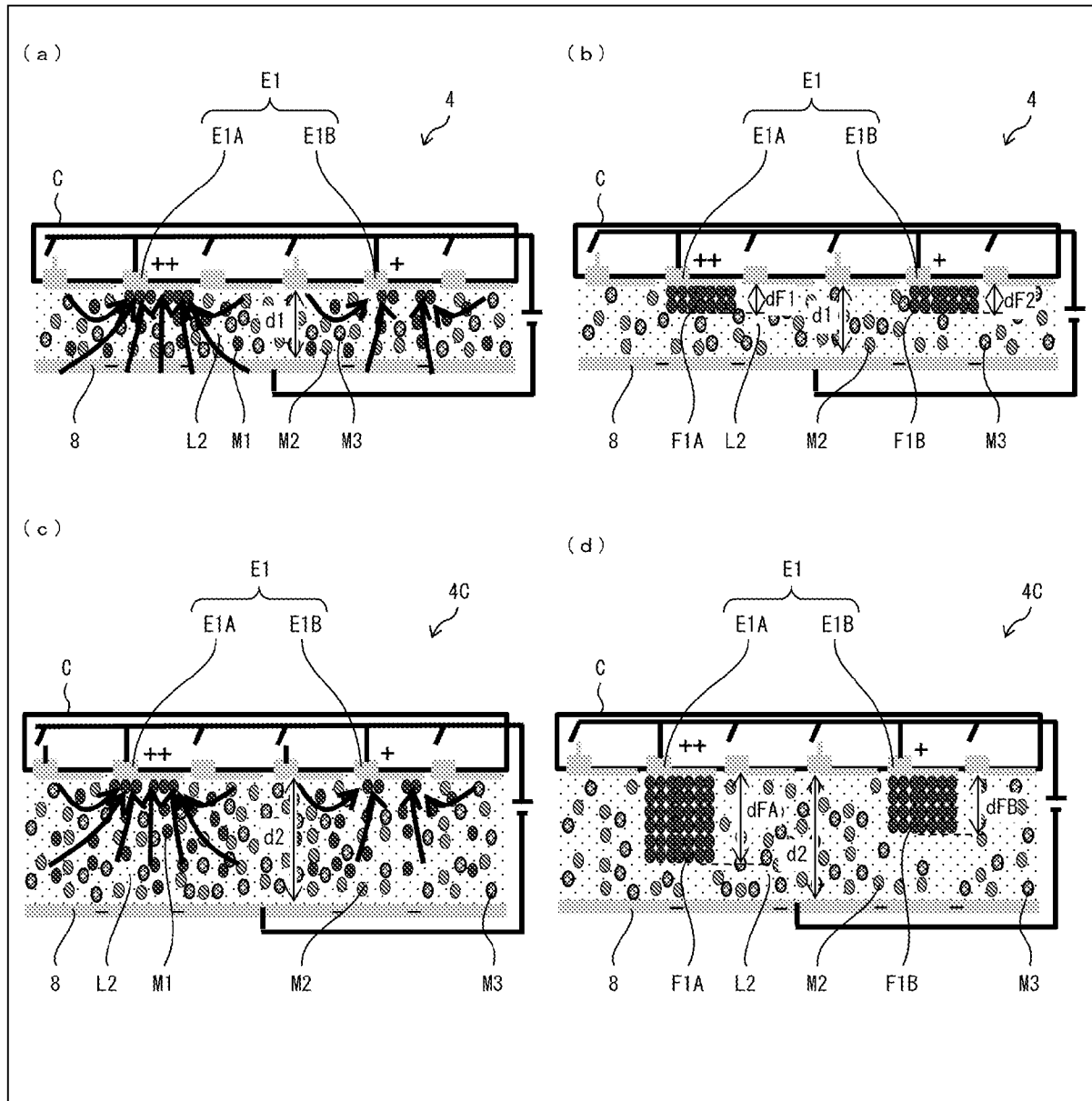
[図12]

図 12



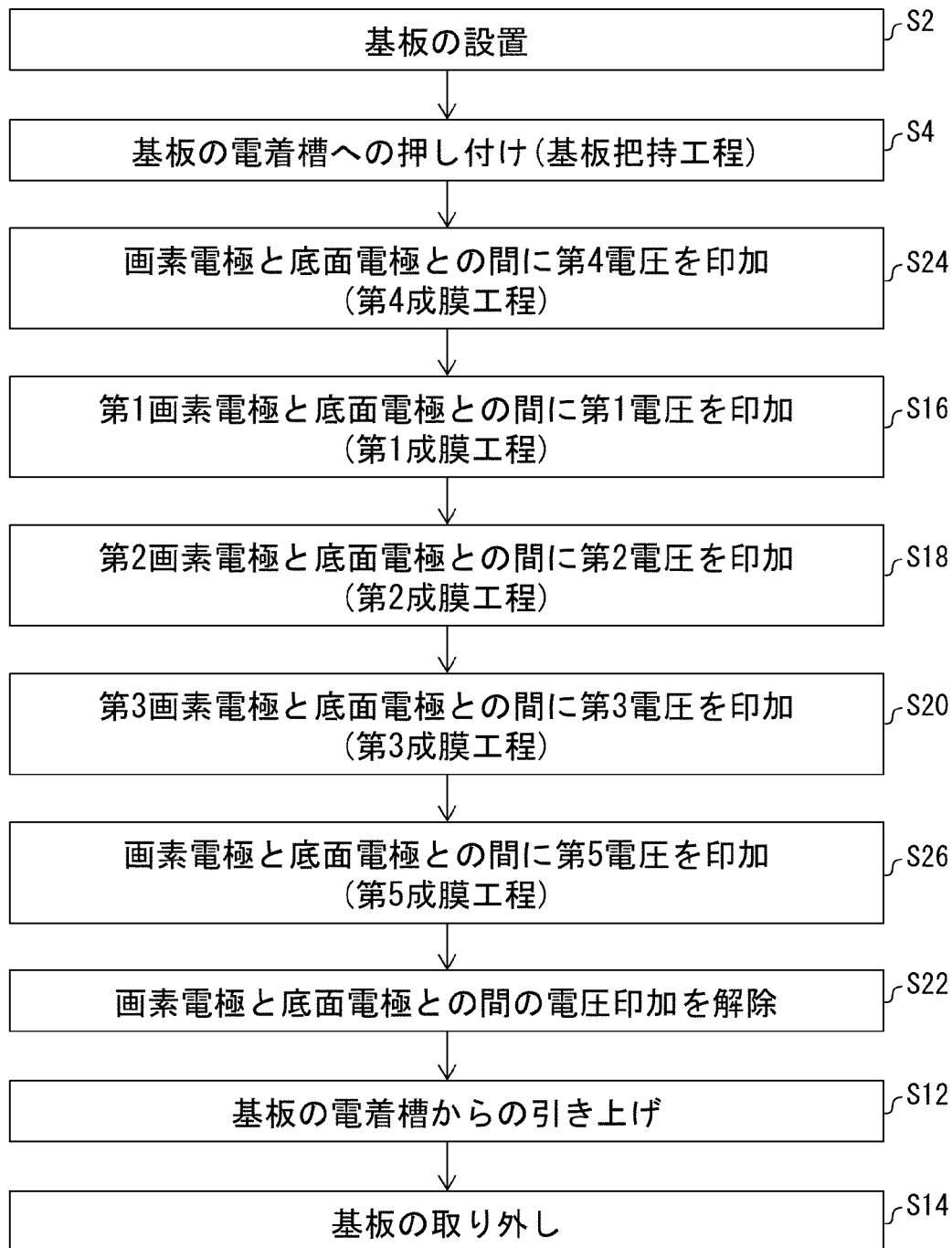
[図13]

図 13



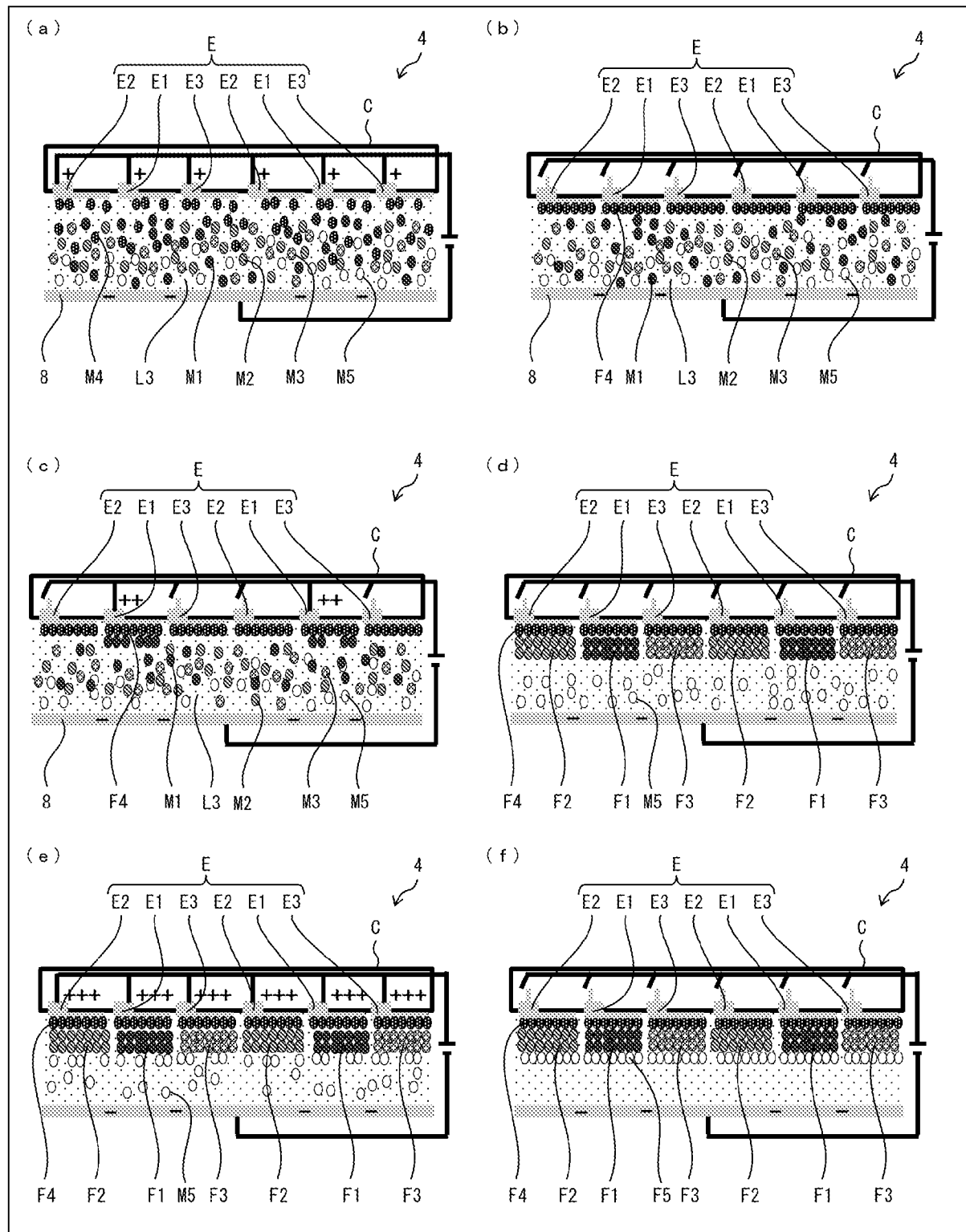
[図14]

図 14



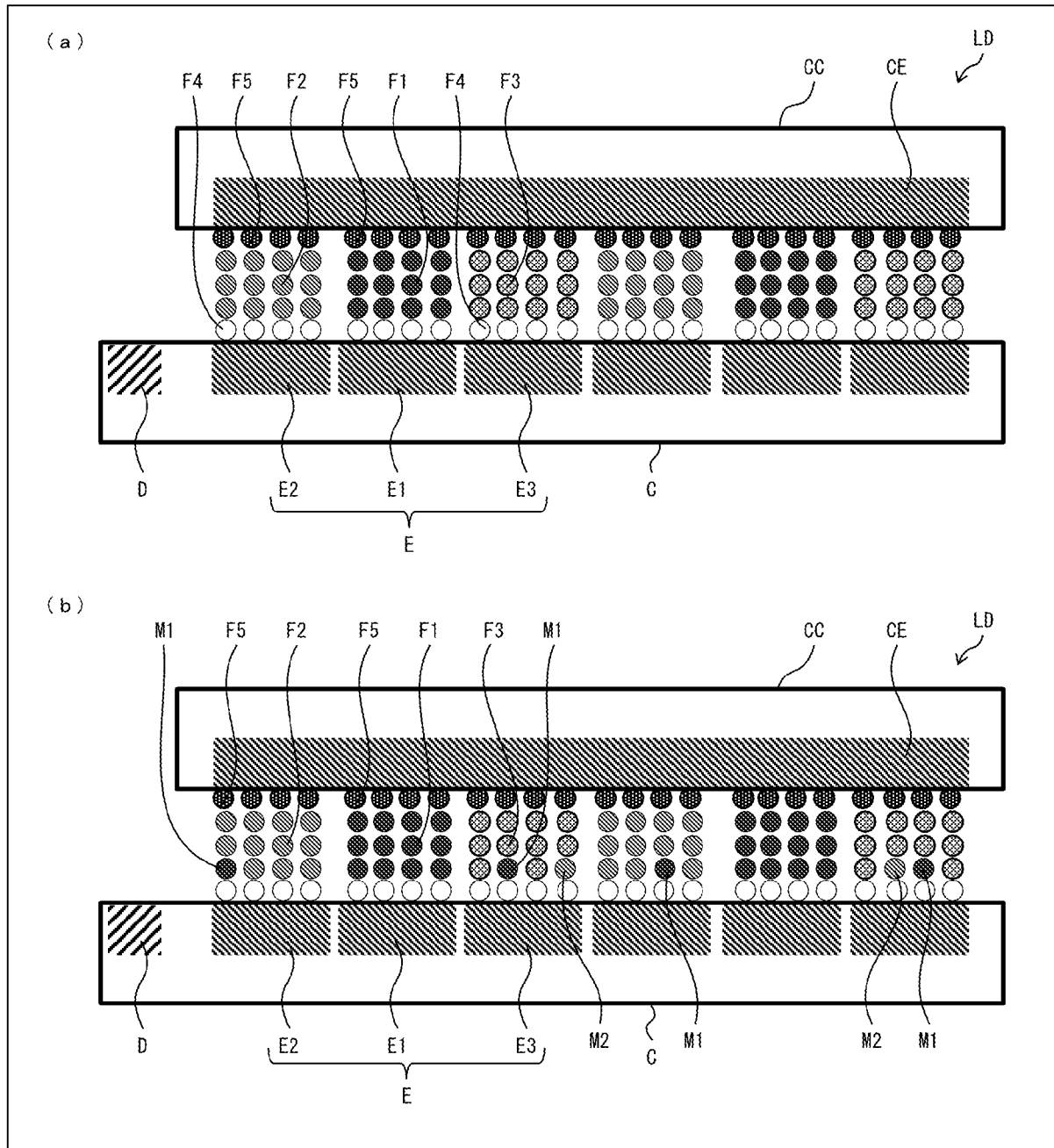
[図15]

図 15



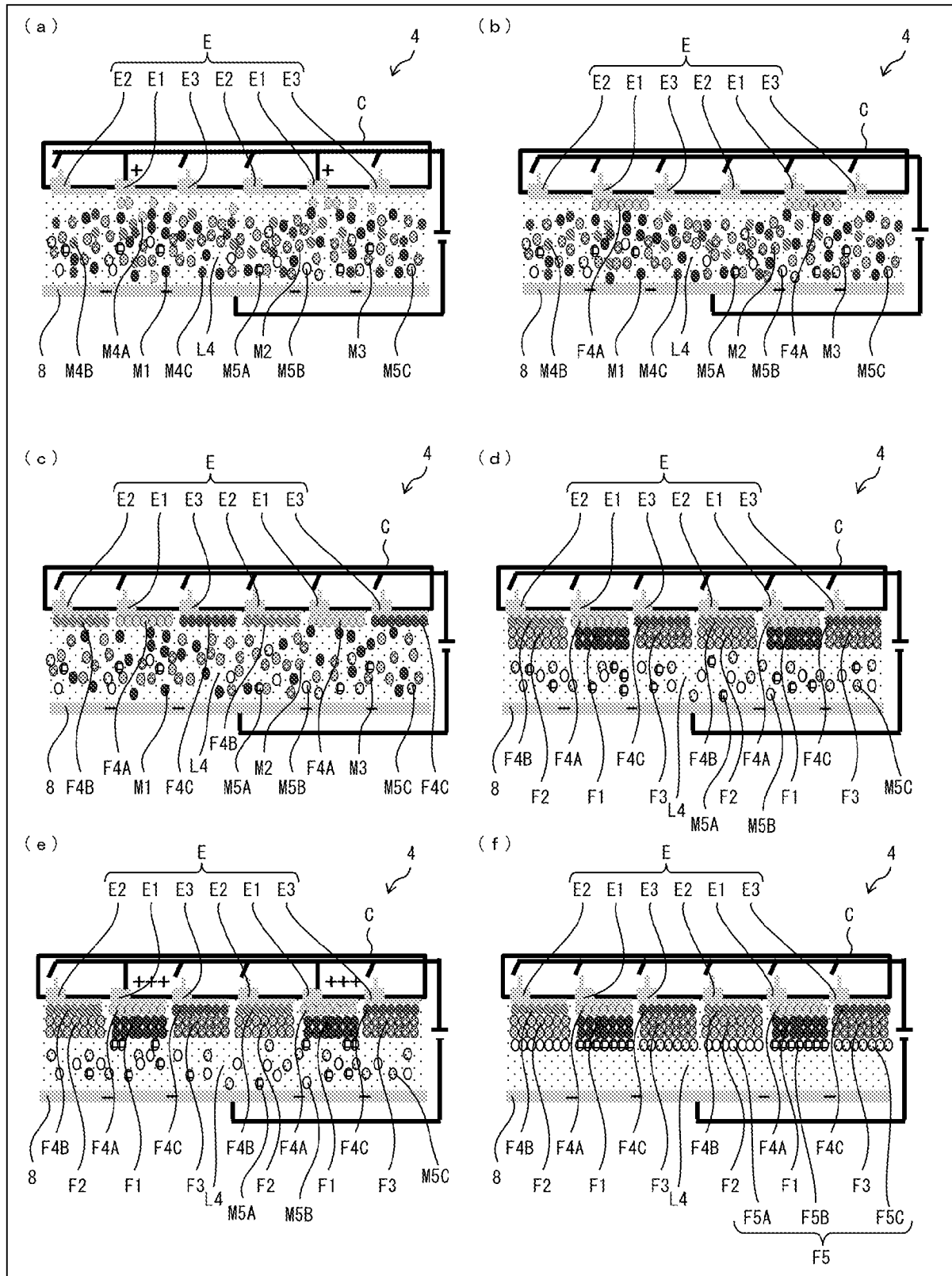
[図16]

図 16



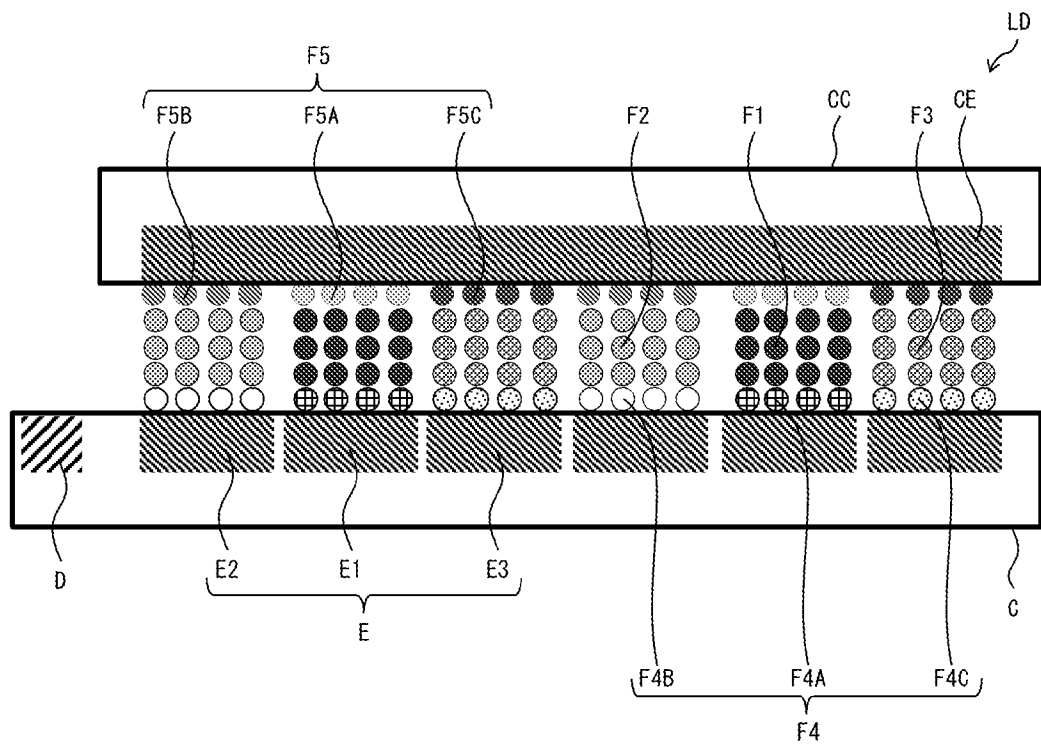
[図17]

図 17



[図18]

図 18



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/047548

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H05B33/10 (2006.01) i, H01L27/32 (2006.01) i, H01L51/50 (2006.01) i, H05B33/14 (2006.01) i, H05B33/26 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H05B33/10, H01L27/32, H01L51/50, H05B33/14, H05B33/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 11-087054 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 30 March 1999, paragraph [0035], fig. 1-3 (Family: none)	1-5, 8-13 6-7
Y	JP 2005-518079 A (PARK, B. C.) 16 June 2005, claims 1-2 & US 2005/0014026 A1, claims 1-2 & WO 2003/069959 A1 & KR 10-2002-0025918 A & CN 1628493 A	6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08.03.2019

Date of mailing of the international search report
26.03.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/047548

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 106374056 A (WUHAN CHINA STAR OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) 01 February 2017, paragraphs [0027]-[0032] (Family: none)	7
A	CN 108615742 A (SOUTHERN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 02 October 2018, entire text, all drawings (Family: none)	1-13
A	CN 108091776 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 29 May 2018, paragraphs [0057]-[0059], fig. 5-7 (Family: none)	1-13
A	CN 107369773 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 21 November 2017, paragraphs [0007]-[0012] (Family: none)	1-13
A	CN 105789486 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 20 July 2016, entire text, all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2005-209503 A (THE UNIVERSITY OF TOKYO) 04 August 2005, paragraph [0023] & US 2005/0200272 A1, paragraph [0036]	1-13
A	JP 03-037992 A (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.) 19 February 1991, entire text, all drawings (Family: none)	1-13
A	SONG, K. W. et al., Electrophoretic deposition of CdSe/ZnS quantum dots for light-emitting devices, Advanced Materials, 27 December 2012, vol. 25, pp. 1420-1423	1-13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H05B33/10(2006.01)i, H01L27/32(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/14(2006.01)i, H05B33/26(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H05B33/10, H01L27/32, H01L51/50, H05B33/14, H05B33/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 11-087054 A (セイコーエプソン株式会社) 1999.03.30, 段落 [0035], 図 1-3 (ファミリーなし)	1-5, 8-13 6-7
Y	JP 2005-518079 A (パク ビヤング チュー) 2005.06.16, 請求項 1-2 & US 2005/0014026 A1, 請求項 1-2 & WO 2003/069959 A1 & KR 10-2002-0025918 A & CN 1628493 A	6

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08.03.2019

国際調査報告の発送日

26.03.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

辻本 寛司

20

3908

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	CN 106374056 A (WUHAN CHINA STAR OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) 2017.02.01, 段落 [0027]-[0032] (ファミリーなし)	7
A	CN 108615742 A (SOUTHERN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 2018.10.02, 全文全図 (ファミリーなし)	1-13
A	CN 108091776 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 2018.05.29, 段落 [0057]-[0059], 図 5-7 (ファミリーなし)	1-13
A	CN 107369773 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 2017.11.21, 段落 [0007]-[0012] (ファミリーなし)	1-13
A	CN 105789486 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 2016.07.20, 全文全図 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2005-209503 A (国立大学法人 東京大学) 2005.08.04, 段落 [0023] & US 2005/0200272 A1, 段落 [0036]	1-13
A	JP 03-037992 A (出光興産株式会社) 1991.02.19, 全文全図 (ファミリーなし)	1-13
A	SONG, Katherine W. et al., Electrophoretic Deposition of CdSe/ZnS Quantum Dots for Light-Emitting Devices, ADVANCED MATERIALS, 2012.12.27, Vol.25, p.1420-1423	1-13